

# elektor

N.º 12  
mayo 1981  
175 ptas.

electrónica: técnica y ocio

**ESPECIAL** Electrónica del automóvil  
encendido electrónico el nuevo coche,  
limpiaparabrisas inteligente etc., etc...  
además: textos para el Junior Computer



anti-robo gratuito



<b>Selektor</b> .....	<b>5-01</b>
La observación del funcionamiento de los motores mediante el laser.	
<b>La electrónica del automóvil</b> .....	<b>5-05</b>
En opinión de algunos expertos, el automóvil está tan poco adaptado a la evolución de nuestro entorno como lo estaría un dinosaurio en las ciudades de nuestros tiempos. Como nosotros no podemos (ni queremos) vivir sin el automóvil, debe ser éste el que se adapte a las condiciones cambiantes de las próximas decenas. Aquí es donde entra con fuerza la electrónica en la industria del automóvil. Su intervención permitirá, sin duda, asegurar la supervivencia a nuestro querido compañero.	
<b>El otro coche</b> .....	<b>5-14</b>
El automóvil que nosotros conocemos, con su exagerado consumo de un combustible cada día más escaso, exige de manera apremiante la utilización de otros modos de propulsión y de otros combustibles.	
<b>Encendido electrónico</b> .....	<b>5-19</b>
<b>Indicador de tensión para baterías</b> .....	<b>5-25</b>
<b>Amplificador de antena para coche</b> .....	<b>5-27</b>
Muy a menudo se utilizarán los amplificadores de antena con los receptores domésticos, pero en muchos casos los resultados obtenidos son prácticamente nulos. Paradójicamente, es bastante raro que se utilicen en los automóviles, cuando es precisamente en este caso donde pueden prestar grandes servicios.	
<b>Anti-robo gratuito</b> .....	<b>5-30</b>
<b>Medidor de temperatura del aceite</b> .....	<b>5-31</b>
Los modernos automóviles suelen estar provistos de sofisticados paneles de instrumentos pero en la mayoría de ellos sigue faltando un indicador de temperatura del aceite. La mejor manera de añadir este tipo de indicador consiste en instalar un sensor de temperatura en la varilla de nivel.	
<b>Limpia-parabrisas inteligente</b> .....	<b>5-33</b>
<b>El duende de elektor</b> .....	<b>5-39</b>
Aclaraciones, dudas, erratas, etc., correspondientes a artículos ya publicados.	
<b>Protección para baterías</b> .....	<b>5-40</b>
A partir de ahora el dejarse los faros encendidos ya no será una de las pesadillas del automovilista. El circuito que aquí describimos controla la tensión de la batería y apaga las luces cuando la tensión baja a un nivel peligroso. Es utilizado en todo tipo de vehículos que estén provistos de motor y batería.	
<b>Cuenta-vueltas digital</b> .....	<b>5-42</b>
<b>Anti-robo astuto</b> .....	<b>5-43</b>
Existen muchos tipos de anti-robos, pero el que nosotros describimos en este artículo es muy particular: decepciona al posible ladrón, porque ¿quién quiere robar un coche que se para a cada paso?	
<b>Visualización de textos en el Junior Computer</b> .....	<b>5-44</b>
<b>Los vocoders hoy</b> .....	<b>5-47</b>
El interés por los vocoders no deja de aumentar. Se preve un brillante porvenir para la música que habla.	
<b>Mercado</b> .....	<b>5-53</b>

sumario

SUMMAR

SUMMA

SUM

SU



Como se indica en la portada, este número está dedicado al automóvil. Más exactamente a la electrónica en el automóvil. Creemos que muchos de los dispositivos que aquí describimos serán normales en el automóvil del futuro. Pero ¿por qué esperar? Elektor le ofrece la posibilidad de montarlos en su coche ¡ahora mismo!



# elektor 12

año 2, núm. 12

mayo 1981

Redacción, Administración y Suscripciones:  
Edita:  
Presidente:  
Director:  
Redactor jefe de la edición internacional:  
Cuerpo de redacción:

Villanueva, 19, 1.º  
Teléf. 276 08 23. Madrid-1  
Ingelek, S.A.  
Ernesto Medina Muñoz  
Antonio M. Ferrer Abelló

Colaboradores:

Paul Holmes  
Redactores técnicos:  
J. Barendrecht, G. H. K. Dam,  
E. Krempelsauer,  
A. Nachtmann, G. Nachbar,  
K. S. M. Walraven  
J. Ignacio Alegría,  
Guillermo Jiménez,  
Domingo Bernal, Miguel Maroto  
NOVOMEDIA, S.A.  
Madrid: Jefe de publicidad, Fernando Yunta.  
Recoletos, 1. Tel. 276 12 05-06-07

Exclusiva de publicidad

Barcelona: José Suárez.  
Villarreal, 191. Tel. 321 13 50  
Bilbao: José Juan González Garay.  
Joaquín Adán, 1. Tel. 415 57 01  
Gráficas ELICA. Boyer, 5.  
Madrid-32

Impresión:

Contabilidad:  
Suscripciones: María Antonia Buitrago  
Inmaculada de la Torre

	1980 (6 núms.)	1981 (11 núms.)
España	1.120 Ptas.	1.800 Ptas.
Extranjero (correo de superficie)	1.620	2.600
Extranjero (correo aéreo)	2.120	3.300
Precio ejemplar sencillo	160	175
Precio ejemplar doble	320	350
Ejemplares atrasados	Precio de portada	

En 1981 la revista Elektor tendrá carácter mensual, publicándose 10 números sencillos y uno doble correspondiente a julio/agosto.  
Depósito legal: GU. 3-1980

**DERECHOS DE REPRODUCCION**  
Elektuur B. V. 6190 AB Beek (L). Holanda.  
Elektor Verlag GmbH, 5.133. Gangelt. R. F. de Alemania.  
Elektor Publishers Ltd. Canterbury CT1 1PE, Kent, Inglaterra.  
Elektor Sarl BP 53; 59270 Bailleul, Francia.  
Elektor, Via dei Lavoratori, 125. 20092 Cinisello B, Italia.

**DERECHOS DE AUTOR**  
La protección de los derechos de autor se extiende no sólo al contenido redaccional de Elektor, sino también a las ilustraciones y a los circuitos impresos, incluido su diseño, que en ella se reproducen.  
Los circuitos y esquemas publicados en Elektor, sólo pueden ser realizados para usos privados o científicos, pero no comerciales.  
La utilización de los esquemas no supone ninguna responsabilidad por parte de la sociedad editora.  
La sociedad editora no devolverá los artículos que no haya solicitado o aceptado para su publicación.  
Si la sociedad editora acepta la publicación de un artículo que le ha sido enviado, tendrá el derecho de modificarlo o hacerlo modificar por su cuenta. La sociedad tiene también el derecho de traducir o de hacer traducir un artículo y de utilizarlo para sus otras ediciones y actividades, pagando por ello según la tarifa que tenga en uso.  
Algunos artículos, dispositivos, componentes, etcétera, descritos en esta revista pueden estar patentados. La sociedad editora no acepta ninguna responsabilidad por no mencionar esta protección o cualquier otra.

**CORRESPONDENCIA**  
Para facilitar la labor de administración deberá mencionarse en la esquina superior izquierda del sobre la sigla que corresponda:

CT	Consulta técnica	S	Suscripciones
DR	Director	RA	Revistas atrasadas
CD	Cambio de dirección	ESS	Servicio de Software
EPS	Circuitos impresos	P	Publicidad
SC	Servicio comercial		

Todas las cartas dirigidas a consulta técnica deberán incluir un sobre de respuesta, franqueado y con el nombre y dirección del consultante. En caso contrario no se atenderá la consulta.  
**Copyright © 1981. Uitgeversmaatschappij Elektuur B. V. (Beek, Nederland).**  
Prohibida la reproducción total o parcial, aún citando su procedencia, de los dibujos, fotografías, proyectos y los circuitos impresos, publicados en Elektor.

SOLICITADO CONTROL DE OJD

# claves

¿Qué es un TUN?  
¿Qué es un 10 n?  
¿Qué es el EPS?  
¿Qué es el servicio CT?  
¿Qué es el duende de Elektor?

**Tipos de semiconductores**  
A menudo, existen un gran número de transistores y diodos con denominaciones diferentes, pero con características similares. Debido a ello, Elektor utiliza, para designarlos, una denominación abreviada.  
• Cuando se indica **741** se entiende que se hace referencia a:  $\mu$  A 741, LM 741, MC 641, MIC 741, RM 741, SN 7241, etcétera.  
• TUP o TUN (Transistor universal de tipo PNP o NPN, respectivamente) representa a todo transistor de silicio, de baja frecuencia, con las siguientes características:

$U_{CE0}$ máx.	20 V
$I_C$ máx.	100 mA
$h_{FE}$ mín.	100
$P_{tot}$ máx.	100 mW
$f_T$ mín.	100 MHz

Algunos de los tipos TUN son: las familias BC107, BC108 y BC109; 2N3856A; 2N3859; 2N3860; 2N3904; 2N3947; 2N4124.  
Algunos de los tipos TUP son: las familias BC177 y BC178 y el BC179; 2N2412; 2N3251; 2N3906; 2N4126; 2N4291.  
• DUS y DUG (Diodo Universal de Silicio o de Germanio, respectivamente), representa a todo diodo de las siguientes características.

	DUS	DUG
$U_R$ máx.	25 V	20 V
$I_F$ máx.	100 mA	35 mA
$I_R$ máx.	1 A	100 A
$P_{tot}$ máx.	250 mW	250 mW
$C_D$ máx.	5 pF	10 pF

Pertenecen al tipo DUS los siguientes: BA127, BA217, BA128, BA221, BA222, BA317, BA318, BAX13, BAY61, IN914, IN4148.  
Y pertenecen al tipo DUG: OA85, OA91, OA95, AA116.  
• Los tipos BC107B, BC237B, BC547B corresponde a versiones de mayor calidad dentro de una misma «familia». En general, pueden ser sustituidos por cualquier otro miembro de la misma familia.

**Familias BC107 (-8, -9)**  
BC107 (-8, -9), BC147 (-8, -9), BC207 (-8, -9), BC237 (-8, -9), BC317 (-8, -9), BC347 (-8, -9), BC547 (-8, -9), BC171 (-2, -3), BC182 (-3, -4), BC282 (-3, -4), BC437 (-8, -9), BC414  
**Familias BC177 (-8, -9)**  
BC177 (-8, -9), BC157 (-8, -9), BC204 (-5, -6), BC307 (-8, -9), BC320 (-1, -2), BC350 (-1, -2), BC557 (-8, -9), BC251 (-2, -3), BC212 (-3, -4), BC512 (-3, -4), BC261 (-2, -3), BC416

**Valores de resistencias y condensadores**  
En los valores de las resistencias y de los condensadores se omiten los ceros, siempre que ello es posible. La coma se sustituye por una de las siguientes abreviaturas:  
 $p$  (pico) =  $10^{-12}$   
 $n$  (nano-) =  $10^{-9}$   
 $\mu$  (micro-) =  $10^{-6}$   
 $m$  (mili-) =  $10^{-3}$   
 $k$  (kilo-) =  $10^3$   
 $M$  (mega-) =  $10^6$   
 $G$  (giga-) =  $10^9$

Ejemplos:  
— Valores de resistencia:  
 $2k7 = 2700$   
 $470 = 470$

Salvo indicación en contra, las resistencias empleadas en los esquemas son de carbón 1/4 W y 5% de tolerancia máxima.  
— Valores de capacidades:  
 $4p7 = 4,7 pF = 0,00000000047F$   
 $10 = 0,01 \mu F = 10^{-8}F$

El valor de la tensión de los condensadores no electrolíticos se supone, por lo menos, de 60V; como norma de seguridad conviene que ese valor sea siempre igual o superior al doble de la tensión de alimentación.

**Puntos de medida**  
Salvo indicación en contra, las tensiones indicadas deben medirse con un voltímetro de, al menos 20 K  $\Omega$  /V de resistencia interna.

**Tensiones de corriente alterna**  
Siempre se considera para los diseños, tensión senoidal de 220 V/50 Hz.

**“U” en vez de “V”**  
Se emplea el símbolo internacional “U” para indicar tensión, en lugar del símbolo ambiguo “V”, que se reserva para indicar voltios.  
Ejemplo: se emplea  $U_b = 10 V$ , en vez de  $V_b = 10 V$ .

**Servicios ELEKTOR para los lectores**  
**Circuitos impresos:**  
La mayoría de las realizaciones Elektor van acompañadas de un modelo de circuito impreso. Muchos de ellos se pueden suministrar taladrados y preparados para el montaje.  
Cada mes Elektor publica la lista de los circuitos impresos disponibles, bajo la denominación EPS (Elektor Print Service).

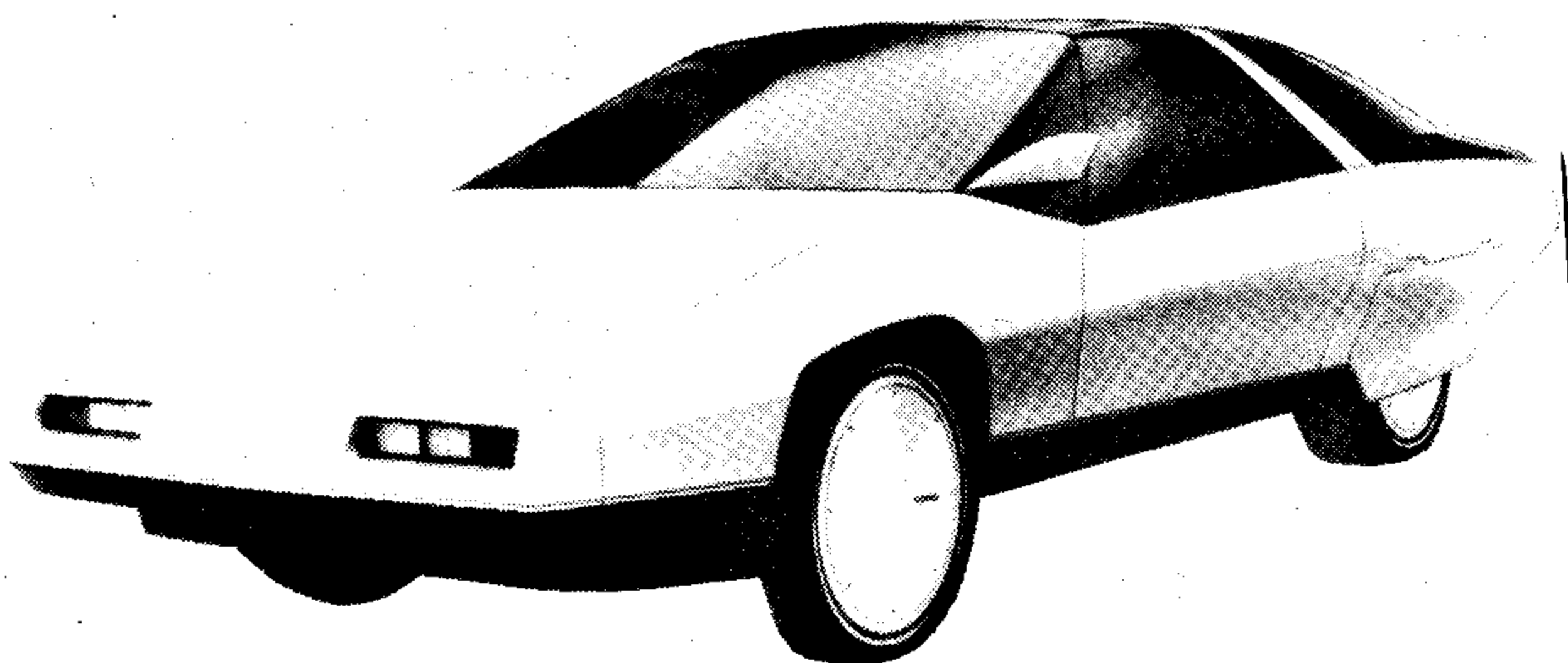
**Consultas técnicas:**  
Cualquier lector puede consultar a la revista cuestiones relacionadas con los circuitos publicados. Las cartas que contengan consultas técnicas deben llevar en el sobre las siglas CT e incluir un sobre para la respuesta, franqueado y con la dirección del consultante.

**IMPORTANTE:** No se atenderán aquellas consultas que impliquen una modificación importante o un nuevo diseño.  
**El duende de Elektor:**  
Toda modificación importante, corrección, mejora, etc., de las realizaciones de Elektor se incluirá en este apartado.

**Cambio de dirección:**  
Debe advertirse con 6 semanas de antelación.  
**Tarifa publicitaria** (nacional o internacional)  
Puede obtenerse mediante petición a la dirección de la revista.

# la electrónica en el automóvil

## la evolución del automóvil



**Algunos decenios de progreso técnico basados en el eslogan «más grande, más rápido, más caro» han llevado a los diseñadores a crear coches, que en opinión de algunos expertos quedarán totalmente desfasados a final de este siglo, al igual que sucedería con los gigantescos dinosaurios en nuestros actuales metrópolis. Sin embargo, como se está demostrando, no es fácil que las generaciones futuras puedan (y quieran) vivir sin un medio de locomoción similar al automóvil; es preciso que el automóvil se adapte a las condiciones ambientales y sociales de los próximos decenios. Varios aspectos se perfilan como de capital importancia: una mayor economía, mayor seguridad, menor contaminación, etc. Y es aquí donde forzosamente hace su entrada la tecnología electrónica en el mundo del automóvil. Su decisiva intervención, sin duda permitirá la supervivencia de nuestro útil pero anticuado y caro compañero.**

«Nada volverá a ser como antes, en la década de los 80», proclaman las voces más autorizadas. Es cierto que en los próximos años se producirán grandes cambios. Parece que el «boom» sin precedente de la industria del automóvil de los años 70 pertenece ya al pasado. El crecimiento ininterrumpido del precio de los productos petrolíferos, amenaza con poner fin brutalmente a los tiempos en los que comprarse el automóvil «soñado» no llegaba a ser un lujo escandaloso. Continuamente se invita al consumidor a pensar en la economía, y en la mayoría de los casos este criterio es el que preside a la hora de la elección. Una toma de conciencia cada vez más aguda sobre los daños que amenazan al medio ambiente y a la seguridad, incita a una gran parte de los compradores potenciales a exigir nuevas medidas de protección para las personas así

como una severa reducción de las sustancias contaminantes liberadas por los vehículos. La disminución del consumo de carburante, precisa de soluciones rápidas. Nuevas ideas tales como el motor de cilindros variables de BMW para los motores de gasolina, o el turbocompresor a inyección directa para los motores diesel, por poner un ejemplo, constituyen ciertamente un buen principio, sin embargo, la generalización de estas medidas, al igual que ha ocurrido en casos similares, requerirá un cierto número de años. En un futuro próximo, por no decir inmediato, el control y la regulación electrónica del encendido y la carburación conducirán hacia la optimización del rendimiento de los motores existentes. El montaje en serie de tales dispositivos sobre modelos de altas prestaciones ha comenzado ya. De la misma forma, no

se conciben los nuevos prototipos de motores sin que en ellos intervenga la electrónica. Es por esta razón que los motores de combustión interna «mejorados» tendrán una acción sensiblemente menos contaminante, con lo cual se cubren dos objetivos de una sola vez. El incremento de la seguridad en la conducción y en la circulación, no ha conocido una evolución apreciable hasta que se ha hecho intervenir la microelectrónica. Basta pensar en el sistema de frenos antibloqueo, el radar para el control de distancia, la emisión de señales de peligro, y las redes de información y regulación automática del tráfico.

Es necesario dejar claro, que la intervención de la electrónica no se limita únicamente a los dominios de la seguridad, la lucha contra la polución y la economía. El confort de la conducción se beneficiará igualmente de estas innovaciones, y no sólo como hasta ahora ha ocurrido, incorporando dispositivos adicionales con una finalidad puramente recreativa (radiocassettes), sino también dispositivos para la regulación de calefacción o refrigeración mediante un ordenador de abordaje encargado de computar toda la serie de parámetros que influyen en la climatización de un vehículo. Evidentemente, tales extras no parecen seguir la filosofía que se espera predomine en un futuro; al contrario, más bien parece un lujo digno de los mejores tiempos del automóvil, sin embargo, esto queda por demostrar (en otros tiempos llegó a parecer superfluo el tener un coche con caja de cambios sincronizada, lo cual actualmente se considera vital).

Desde otro punto de vista, el automóvil de los años 80 no presentará grandes diferencias con las carrocerías carenadas (con mejor coeficiente de penetración en el aire), que han caracterizado los coches de los años 70. Es bajo el capot donde realmente se hará la revolución tecnológica, aunque todavía está a nivel de proyecto, si bien en algunos casos casi totalmente desarrollados.

En general los constructores no tienen demasiados contactos e intercambios de información entre sí sobre los proyectos futuros, que un día serán el objeto de los montajes en serie.

Por otra parte, es realmente difícil hacer una estimación rápida de la evolución de la industria del automóvil, en función de las innovaciones de la tecnología electrónica. La euforia de los fabricantes de componentes electrónicos no es compartida enteramente por los constructores de coches; el análisis de la relación utilidad/costo, la duración de los programas de experimentación y optimización, una mayor exigencia en la fiabilidad de las piezas y la ausencia de puntos de asistencia técnica, condicionan fuertemente el grado de penetración de la tecnología electrónica en la industria del automóvil, la cual a ojos de los fabricantes de semiconductores parece progresar a un ritmo excesivamente lento.

En las líneas que siguen a continuación trataremos de examinar las posibilidades de aplicación de la electrónica en el campo del automóvil. Para ello examinaremos algunas de las realizaciones actuales que nos permitirán vislumbrar el futuro del automóvil a lo largo de la década de los 80. En

1

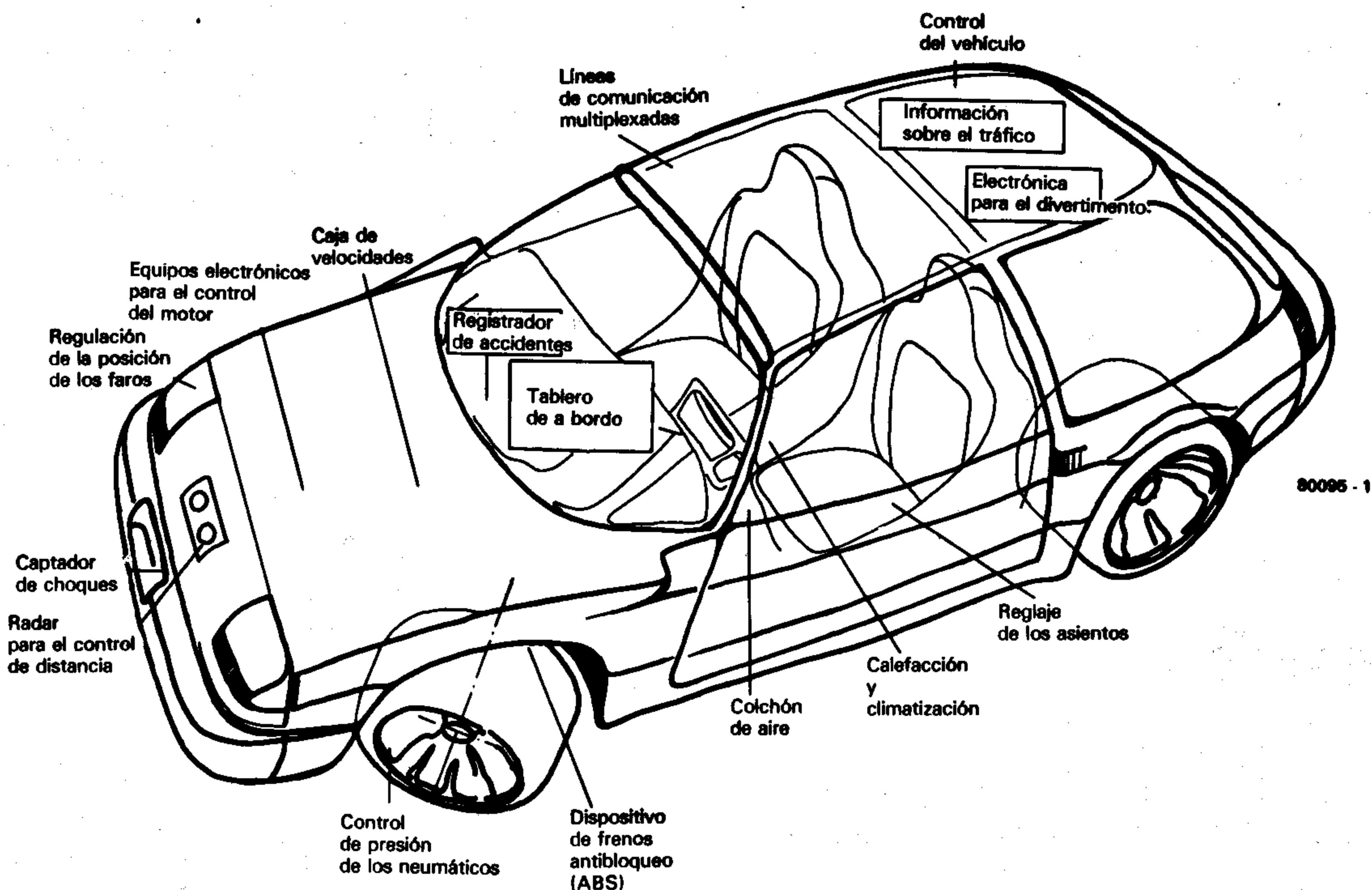


Figura 1. Puntos de aplicación de la electrónica en el coche de los años 80.

la figura 1 se muestran los diferentes puntos de aplicación de la electrónica en los coches del mañana.

## La electrónica y el motor (O la economía a través del control y la regulación)

La optimización del rendimiento energético de un motor es uno de los temas más importantes para la futura supervivencia del automóvil. Por la misma razón la disminución de los recursos petrolíferos impondrá una mejor utilización de las reservas energéticas y por lo tanto un mejor aprovechamiento del carburante consumido por los automóviles; otro tanto puede decirse de los residuos liberados por éstos en la combustión, es decir, tendrán que disminuir a un nivel casi despreciable o de lo contrario se convertirá en un obstáculo insalvable. En resumen, la palabra clave es, la «adaptación». La eficacia termodinámica del motor de combustión no es precisamente muy alta, y en la medida de sus fuerzas los sistemas electrónicos como el encendido y la inyección son los métodos más eficaces para elevar el rendimiento (en algunos casos verdaderamente desastroso) de los motores de explosión. La cuestión fundamental es conseguir un mejor aprovechamiento de los motores existentes adaptándolo a las condiciones de trabajo que en cada caso se requiere, mediante un control electrónico «inteligente» y simple. Por otra parte la puesta a punto inicial óptima de un motor «con sistema de control electrónico» se hace independiente del desgaste mecánico —prácticamente inexistente en los equipos electrónicos—. Desde este punto de vista, los costos de mantenimiento se ven reducidos a un mínimo indispensable (bujías, filtro de aire), sin embargo no es ésta la única economía que aportan los sistemas

2

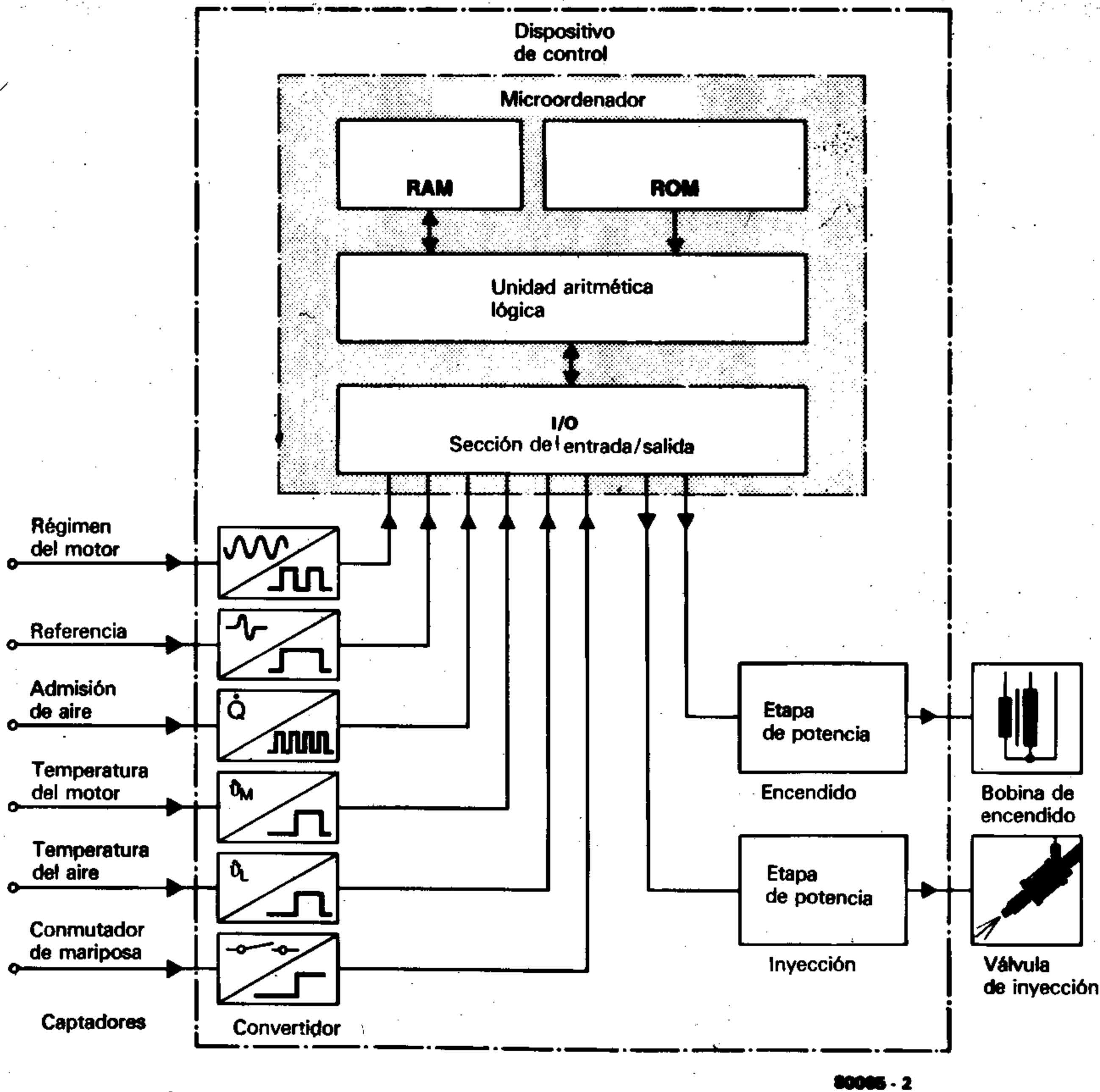


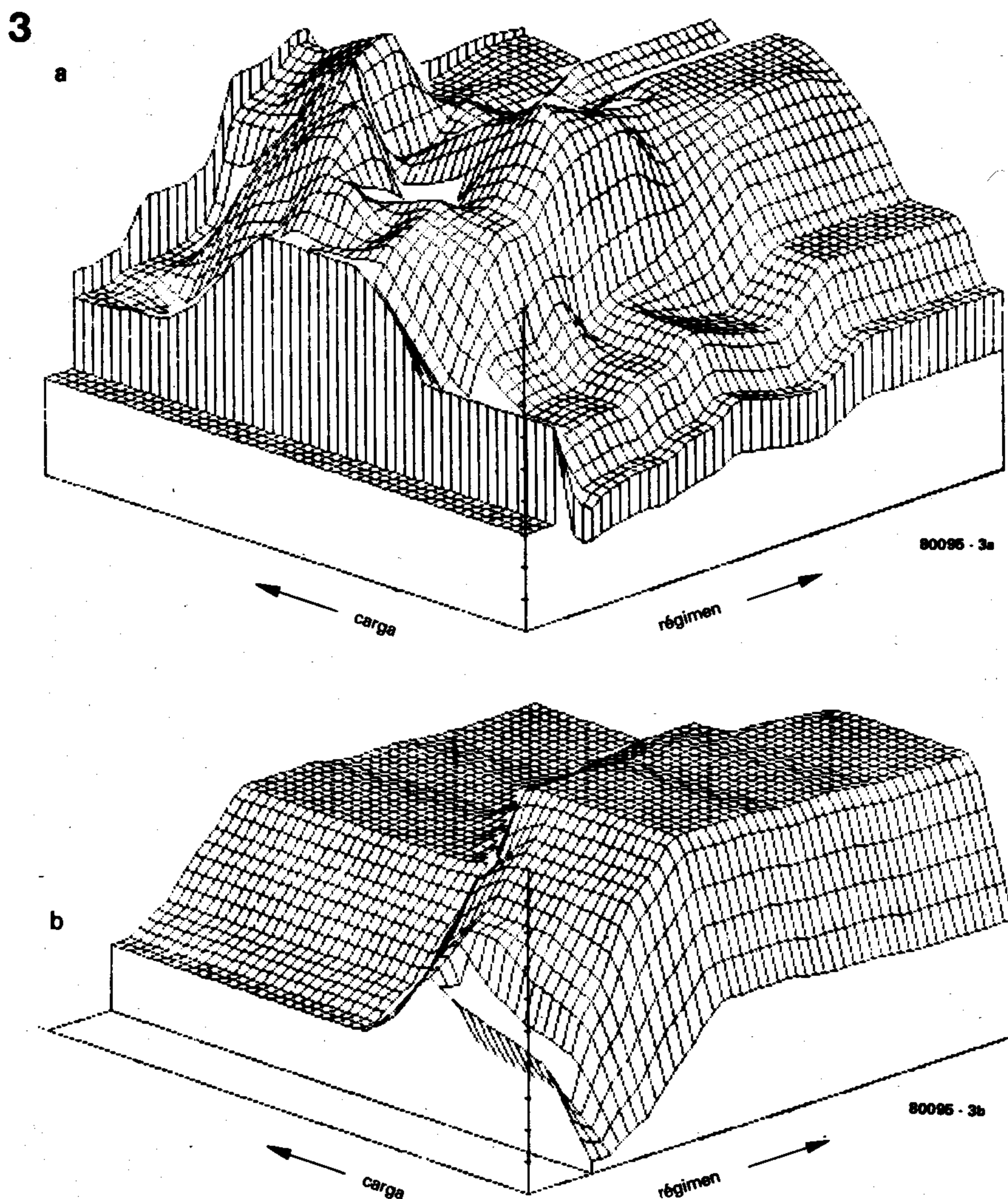
Figura 2. Esquema sinóptico del dispositivo de control utilizado por el sistema Motronic® de Bosch. La unidad central es un microordenador que, en función de los datos almacenados en una ROM, calcula el punto de encendido, la inyección y la cantidad de combustible. Los impulsos de control se transmiten a través de las etapas de potencia, a la bobina de encendido y a las válvulas de inyección.



electrónicos, puesto que la disminución del consumo de carburante puede representar una suma considerable si el estudio se extiende al periodo de vida útil del motor; y aún más, se ha comprobado que esta cifra puede llegar a ser muy superior que los gastos de mantenimiento en concepto de reglajes.

Recientemente, y formando conjunto con los sistemas de encendido e inyección electrónica, un nuevo equipo viene a formar parte de los dispositivos de control en el automóvil; se trata del *microprocesador*. Este ha sido el caso en Europa con el sistema Motronic de Bosch. Se trata de un dispositivo de control digital integrado, que gestiona simultáneamente el encendido y la inyección de carburante. ¿Qué otro dispositivo puede realizar estas funciones con más eficacia y a más bajo precio? En la figura 2 se muestra el esquema sinóptico de la unidad de control. Como puede verse las informaciones relativas a cada una de las partes del motor son continuamente transmitidas al microprocesador mediante toda una suerte de captadores y transductores. Así, el captador de posición colocado en el cigüeñal, proporciona una referencia de posición para los pistones, el captador de las mariposas de admisión suministra la información relativa al volumen de aire que entra al carburador, e indirectamente sobre la posición del pedal del acelerador; de otro lado, un conmutador asociado a la mariposa indica el punto de ralentí. En función de estos parámetros el ordenador calcula (hasta 400 veces por segundo) el punto de encendido ideal y mediante la etapa de control adecuada (buffers), la bobina de encendido y las válvulas de inyección.

Las informaciones contenidas en la ROM (memoria en la que sólo se pueden leer datos), que previamente han sido colocadas allí por los programadores, constituyen una verdadera biblioteca de información para el ordenador, en la que éste tiene almacenados todos los parámetros relativos a la inyección y encendido óptimos en función del régimen motor, la velocidad, la carga y multitud de otros parámetros que a un conductor humano le sería imposible tener en cuenta. La ventaja más evidente del sistema reside en el hecho de que la lógica del ordenador (programa de instrucciones escrito en la memoria ROM) determina todas las características de control en función de la marcha general del vehículo. De esta forma un solo circuito (el microprocesador) mediante programa, adapta continua y perfectamente los parámetros variables del motor a los requerimientos del conductor. En la figura 3 se muestran comparativamente los gráficos de encendido de los dos sistemas de control electrónico. En la figura 3a el sistema de encendido controlado por microprocesador, basado en los datos almacenados en la memoria del computador; y en la figura 3b el gráfico de encendido de un sistema electrónico tradicional (transistorizado). Como habrá podido apreciar el lector, en el primer caso (a) el sistema tiene en cuenta multitud de parámetros que afectan decisivamente el rendimiento de un motor; contrariamente en el caso (b) se aprecia una notable simplificación del gráfico. Esto evidentemente no descarta los encendidos transistorizados, muy al contrario, es el método más perfecto al alcance



**Figura 3. (a) Gráfico característico de un encendido electrónico controlado por ordenador (sistema Motronic®). (b) Gráfico de un encendido electrónico transistorizado. La adaptación diferenciada del punto de encendido según el régimen de motor, reduce la emisión de productos contaminantes y disminuye el consumo.**

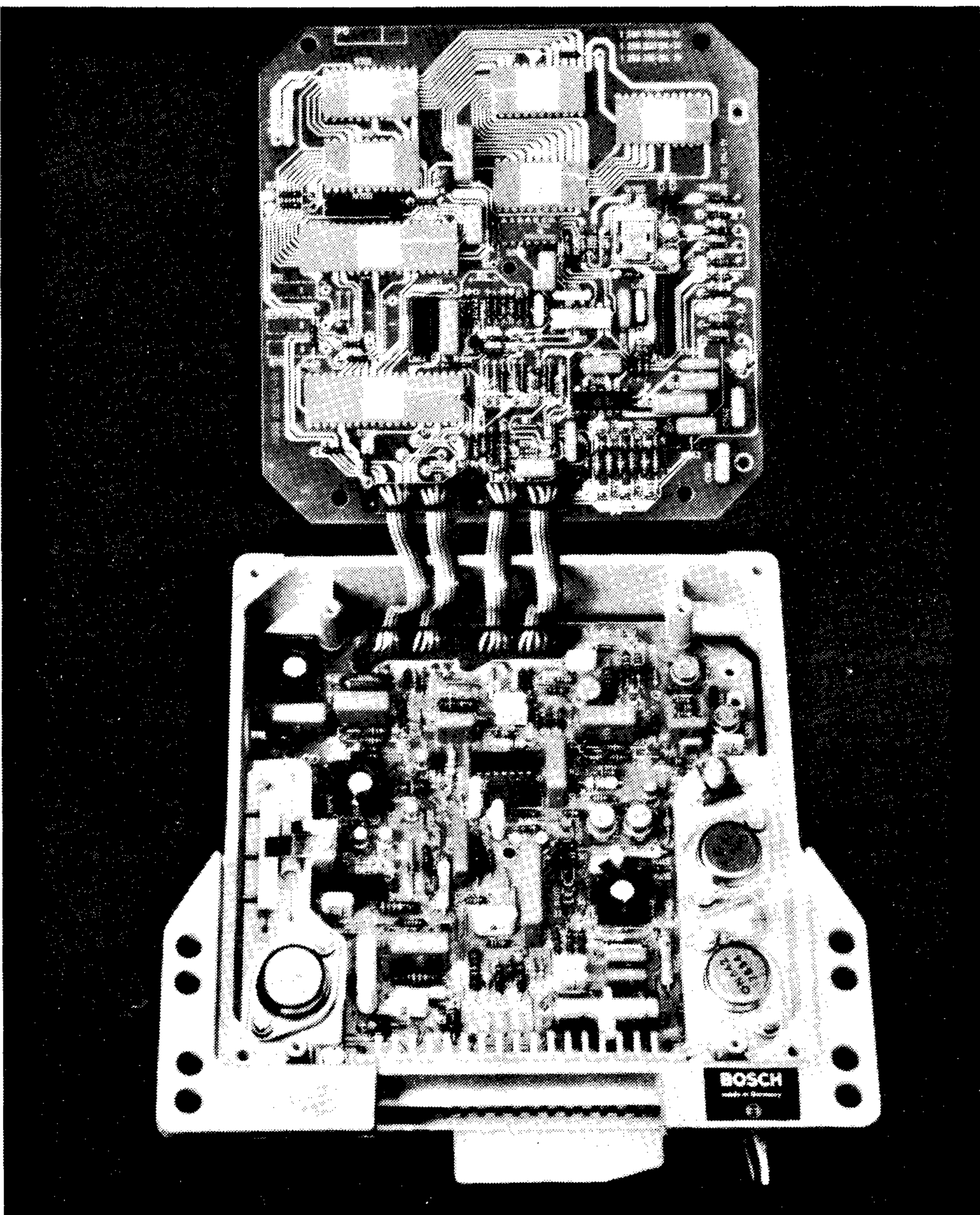
del conductor medio para obtener un mayor rendimiento de su vehículo. Principalmente, y desde el punto de visto del consumo de carburante, es donde surge una mayor necesidad de adaptación, diferenciando cada una de las fases de funcionamiento de motor en función de sus requerimientos. Según los datos del fabricante, la economía realizada puede variar entre el 5 y el 20 por 100 dependiendo del tipo de motor, características del recorrido y condiciones de circulación.

El sistema de conjunto se muestra en la figura 4, y en la fotografía 1 el sistema electrónico real, realizado sobre 2 placas de circuito impreso de gran funcionalidad. Este dispositivo de control se está fabricando en serie desde el año 79. La fiabilidad de los componentes y la resistencia mecánica del conjunto han sido objeto de severas experiencias de control de calidad. El circuito puede soportar temperaturas que oscilan entre  $-40^{\circ}\text{C.}$  y  $+130^{\circ}\text{C.}$ , aceleraciones de 100g (100 veces la aceleración de la gravedad) y transitorios superiores a 100V, sin modificar ninguna de sus características.

A pesar de las características, claramente notorias de este control electrónico por ordenador, este dispositivo básicamente es un primer prototipo que deberá servir de apo-

yo y punto de lanzamiento para nuevos sistemas cada vez más perfeccionados, y quizá en un futuro bastante próximo sea posible pasar de los sistemas de control parcial a la regulación integral, sin que por ello los precios de venta se vean incrementados. En este aspecto, los captadores juegan un papel esencial. Con el sistema de control actual se consigue una aproximación bastante aceptable respecto al encendido ideal, utilizando un mínimo de captadores. Sin embargo, en la práctica estas premisas sufren variaciones importantes debidas al uso y desgaste del motor, las bujías, y las diferentes calidades del carburante utilizado, por lo cual, a la hora de programar la memoria del ordenador es necesario tener en cuenta estas variaciones, y es preciso introducir las modificaciones pertinentes en el programa para dotar al sistema de un margen de seguridad suficientemente amplio.

Según lo dicho, un captador colocado en la cabeza del cilindro informará al ordenador sobre el punto exacto en el que se debe realizar el encendido y por tanto es perfectamente posible gestionar los procesos electromecánicos para que este sea modificado, mejorando así el rendimiento energético del carburante. Este sistema es particularmente efectivo en motores con alta rela-



Fotografía 1. Dispositivo de control del sistema Motronic® de Bosch. El microprocesador de control figura en la parte superior de la imagen.

ción de compresión, o bajo régimen, que muy probablemente serán las características de los futuros motores europeos.

Los captadores «Landa» ofrecen una segunda posibilidad de regulación al proporcionar datos sobre el contenido en oxígeno en los gases de escape. Un reglaje de la mezcla aire/oxígeno en función del contenido de oxígeno de los gases quemados nos permitiría reducir notablemente las características contaminantes de los citados gases, sin por ello mermar el rendimiento del motor ni del carburante. La única condición que exige el empleo de este sistema es la de no utilizar plomo (o sus aleaciones) en las estructuras del carburador (hasta el momento esta medida sólo es obligatoria en Estados Unidos).

## La electrónica y la seguridad

El dispositivo de seguridad más notable para el automóvil en estos últimos años es sin duda el sistema de frenos anti-bloqueo conocido por las siglas ABS. Este dispositivo es el resultado de los esfuerzos combinados de varias empresas de investigación como Daimler-Benz, AEG-Telefunken y Teldix

(en la que tenía participaciones la firma Bendix), que en los años 60 iniciaron las investigaciones sobre este importante tema. Este dispositivo que en sus orígenes estaba controlado mediante sistemas electrónicos analógicos, no alcanza la categoría de montaje serie hasta que la firma Bosch decide remodelar el sistema, transformándolo en un circuito de control numérico (digital). Las figuras 7a y 7b muestran el principio de funcionamiento y el esquema sinóptico del circuito de control. Los captadores-actuadores montados sobre cada rueda recogen la información correspondiente a la velocidad de rotación y efectúan un control sobre la misma (en caso de frenadas bruscas) mediante un equipo electrónico. El principio del sistema es muy simple, cuando un vehículo se ve sometido a una disminución de velocidad (o frenado) brusca, la velocidad de rotación decrece súbitamente llegando incluso a detener totalmente las ruedas, con lo cual el coeficiente de adherencia se reduce drásticamente, haciendo perder al vehículo los únicos puntos de apoyo que lo mantienen en la posición deseada; es decir, en las frenadas bruscas se debe evitar por todos los medios el bloqueo de las ruedas, y esto es precisamente lo que hace el sistema ABS. Para ello un circuito electrónico cal-

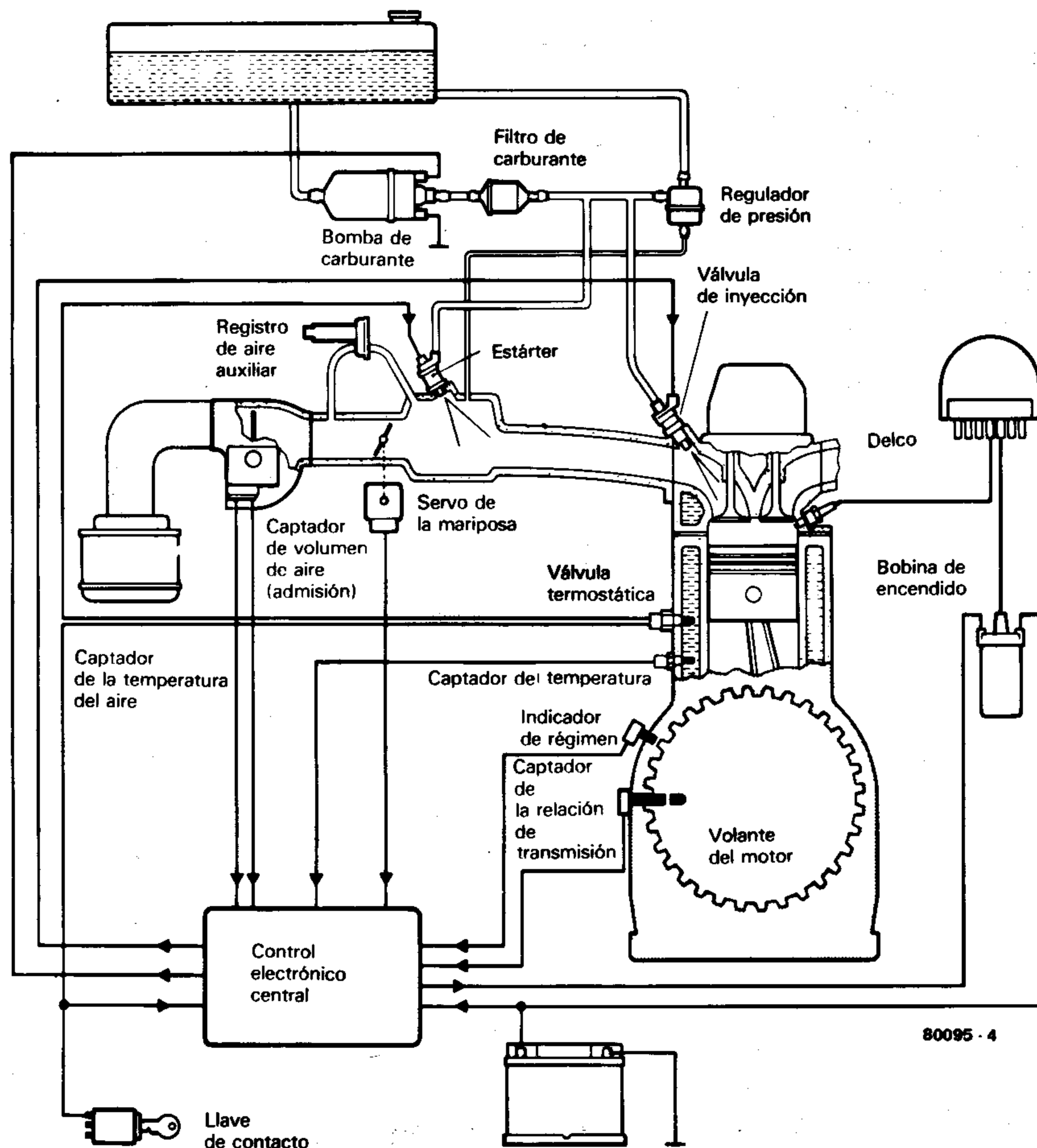
cula (en tan sólo algunos microsegundos) el margen de seguridad existente cuando se produce una disminución brusca de velocidad, y en caso de que éste descienda por debajo del límite previsto actúa sobre un regulador hidráulico de frenada controlado mediante electroimanes, con lo cual instantáneamente se reduce la presión de las zapatas sobre los discos del freno, haciendo recuperar el movimiento a la rueda y restaurando el coeficiente de adherencia. De lo anteriormente dicho podemos deducir que la función de este sistema es aumentar la efectividad de la frenada al máximo, en condiciones de emergencia; en otras palabras evitar el bloqueo instantáneo de las ruedas. Como es lógico la regulación es independiente para cada rueda y por tanto la eficacia es máxima. Los resultados obtenidos con este sistema son verdaderamente sorprendentes, como así lo indican las numerosas pruebas realizadas. La distancia de frenado es netamente más corta, y el derrape producido casi inapreciable; por supuesto el bloqueo de las ruedas queda prácticamente eliminado.

Sería deseable que el sistema ABS, capaz de contribuir tan decisivamente en la seguridad de los automóviles, viniera incorporado de fábrica en los vehículos, aunque por el momento su precio no lo haga demasiado asequible. Según las indicaciones del constructor, la variación del precio reside principalmente en el costo de circuito hidráulico (que es de tipo complejo). Es de esperar que en un futuro próximo se produzca una reducción importante del precio de venta de estos dispositivos en los cuales la electrónica no ocupa más que una modesta parte del presupuesto (aunque su papel es verdaderamente esencial). Por otra parte no parece posible esperar una simplificación del sistema. Sólo el tren trasero podría ser dispensado de la regulación independiente sin por ello comprometer la seguridad del vehículo. Como puede suponerse en este tipo de dispositivos existe un sistema de autoverificación que al arrancar el vehículo realiza una comprobación general. Pero no es éste el único control que efectúa el circuito, a lo largo del trayecto, el propio circuito controla cada uno de los componentes del sistema (incluidos los cables de conexión) para que en caso de avería el sistema ABS ponga en servicio el circuito normal de frenos y envíe una señal al tablero de mandos para advertir al conductor de esta anomalía.

## Detector de distancias por radar

Otro sistema que puede ayudar en gran medida a aumentar la seguridad de circulación, son los dispositivos para el control de distancia mínima, que tras algunos años de incertidumbre han venido a demostrar su importancia. En Alemania Federal, por ejemplo, varias empresas (Bosch/Telefunken, VDO, Daimler-Benz/SEL) trabajan en un proyecto gubernamental para poner a punto un modelo de serie. Todos los dispositivos conocidos hasta este momento utilizan una muy elevada frecuencia (35GHz), con el fin de reducir en lo posible las dimensiones de las antenas y de evitar los riesgos de interferencias. Trenes de impulsos de

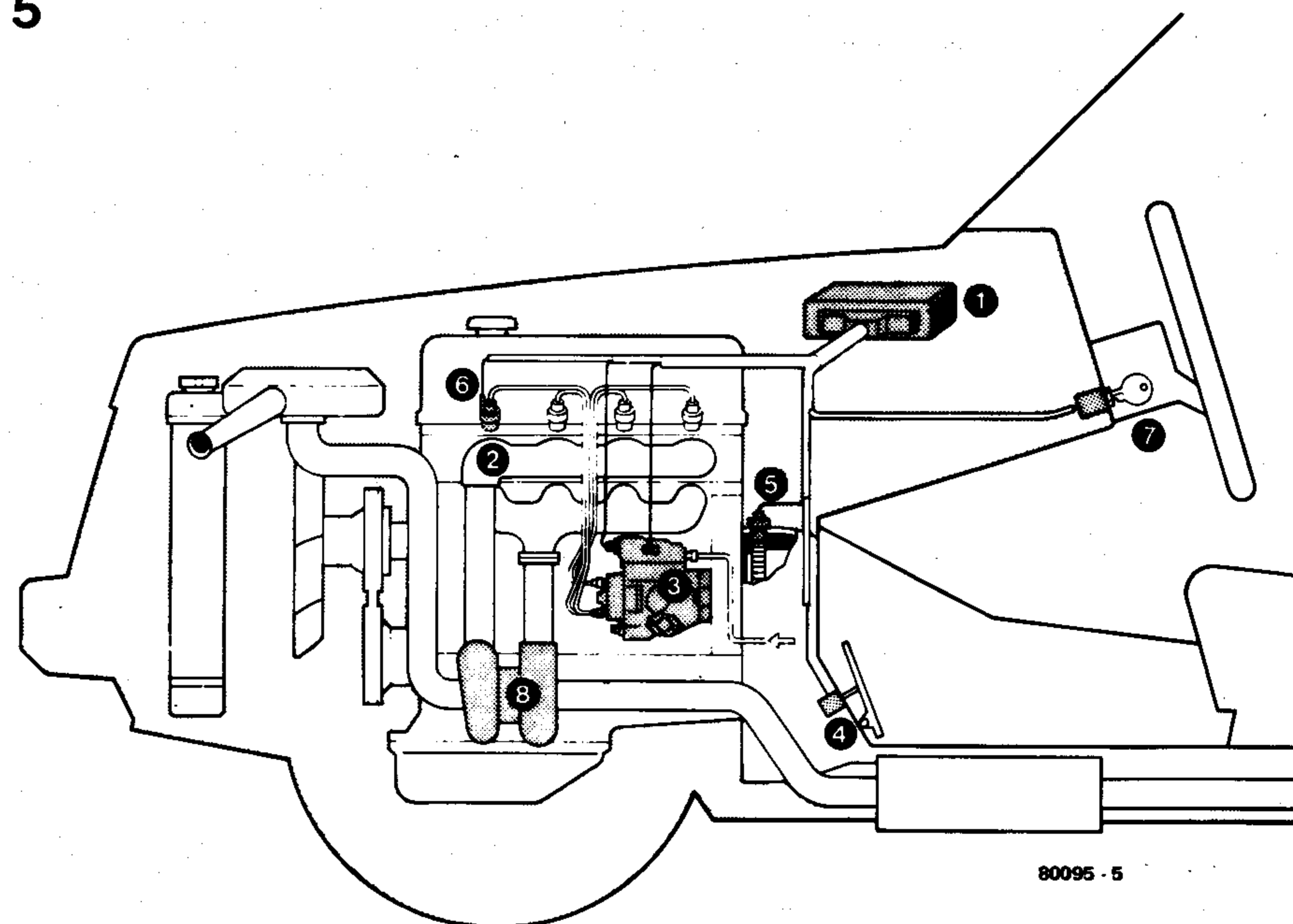
4



80095 - 4

Figura 4. Diagrama esquemático del sistema Motronic® que regula el punto de encendido y la inyección de carburante.

5



80095 - 5

Figura 5. Dispositivo de inyección controlado electrónicamente para un motor Diesel:

1. Equipo electrónico de control
2. Colector de admisión
3. Bomba de inyección y distribución con regulación electrónica de la cantidad de combustible, y medidor de la temperatura del carburante
4. Pedal de aceleración (potenciometro)
5. Captador del cuenta-vueltas y detector del punto muerto superior
6. Detector del comienzo de la inyección
7. Interruptor de encendido y llave de contacto
8. Turbocompresor accionado por los gases de escape.

aproximadamente 300mW son emitidos por la antena del radar. Estos son reflejados por el objeto situado ante el vehículo o por cualquier obstáculo presente en la vía; una antena reflectora distinta de la emisora, capta los ecos. Midiendo el tiempo transcurrido desde que se emitió el primer impulso hasta que se recibe el primer eco, y teniendo en cuenta la velocidad del vehículo se calcula la distancia y variación de la misma entre los puntos emisor y reflector. Dependiendo de estos datos se determinarán los criterios de alerta y señalización. Un microordenador conectado en serie con el sistema de radar evalúa el peligro en función de los diversos parámetros. Desde un punto de vista técnico, la frecuencia de las alertas injustificadas representa todavía un serio problema, particularmente en las curvas muy cerradas. Por otra parte, el aviso al conductor de una situación de peligro debe tener en cuenta los elementos psicológicos tales como, por ejemplo, el habituamiento, o al contrario una cierta sensación de incomodidad en la conducción (totalmente justificada) debida a continuas alarmas que llevarían irremisiblemente a la desconexión del sistema de alarma. Es suficiente recordar, las experiencias negativas realizadas con los sistemas de bloqueo para los cinturones de seguridad.

No es menos cierto que la tecnología electrónica aplicada a los cinturones de seguridad habría podido aumentar la confianza del conductor y sobre todo la fiabilidad del sistema. El efecto protector de un cinturón de seguridad sólo se hace sentir cuando se corre un verdadero peligro, en el cual éste se ciñe al cuerpo y detiene su movimiento (cinturones accionados por gas a presión). Este resultado se obtiene colocando una correa accionada por una carga de gas, que actúa sobre el cinturón, enrollándolo (y por tanto sujetando el cuerpo del conductor) en el momento adecuado. La liberación de la carga de gas motriz se confía a un dispositivo electrónico que podría también accionar el tensor del cinturón de forma similar al dispositivo que equipa a algunos coches en Estados Unidos. El control electrónico deberá obedecer a un detector de choque, a las aceleraciones brutales o a las deformaciones de la parte delantera del vehículo. Un control de distancia por radar podría hacer estas mismas funciones pero con mayores ventajas.

Un registrador de accidentes podría aportar una contribución indirecta a la seguridad de la circulación, proporcionando las informaciones complementarias a cerca de las condiciones en las que se producen los siniestros, y gracias a estos datos poder determinar con mayor facilidad las causas del mismo (mecánicas o humanas). Por otra parte representaría también una gran ayuda a la hora de determinar las responsabilidades judiciales a que hubiera lugar. La utilización de memorias de semiconductores, simplificaría notablemente la realización de tal dispositivo. En caso de accidente un impulso del detector de choque sería almacenado en la memoria donde posteriormente podrían recogerse informaciones sobre la velocidad, el camino recorrido, la aceleración o deceleración un cierto tiempo antes del choque.

Un indicador de presión para los neumáticos sin duda tendría una incidencia directa



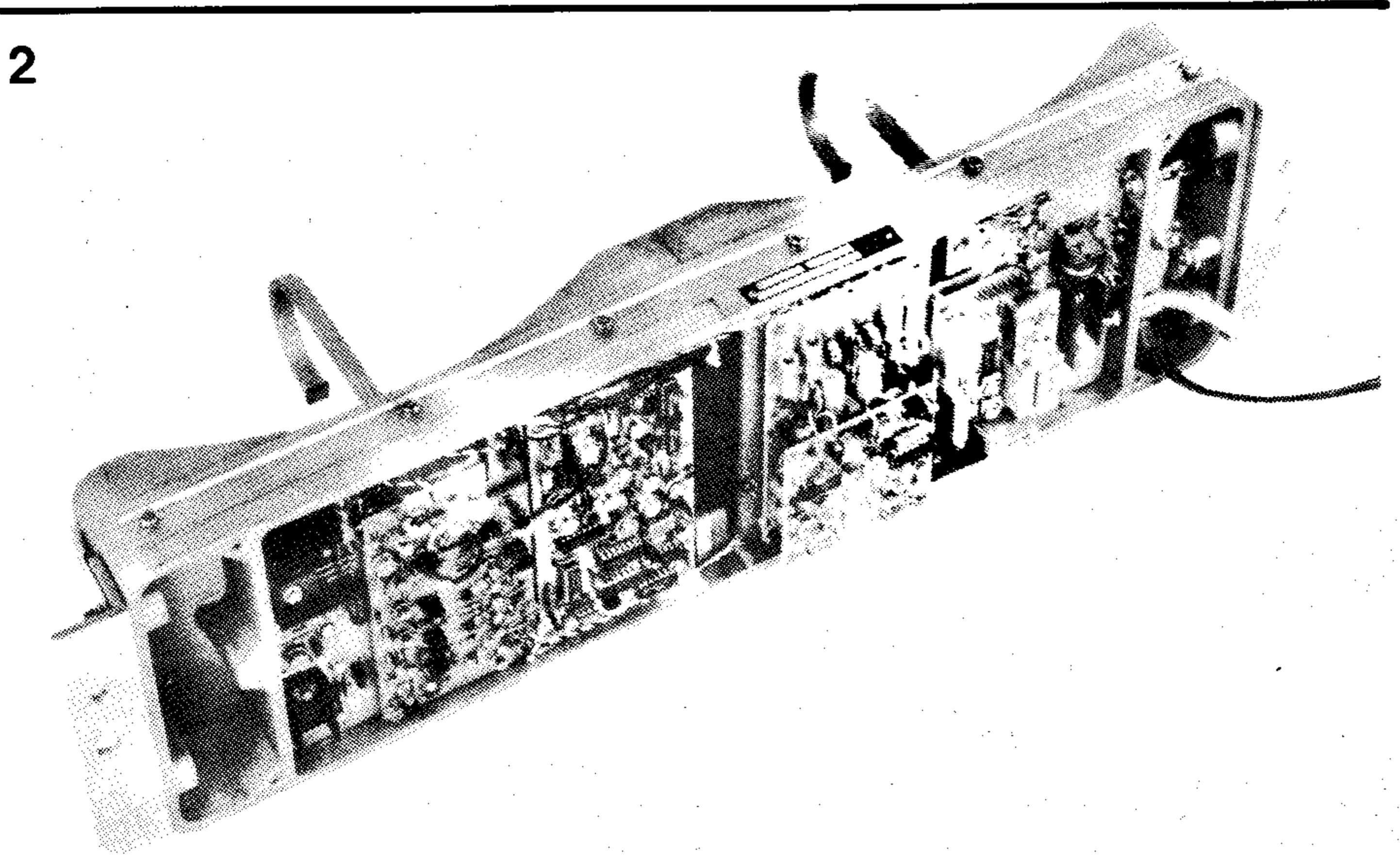
sobre la seguridad de circulación. Teniendo en cuenta que la rueda es un objeto en movimiento, es necesario que el valor de la presión sea transmitido al dispositivo de control sin que medie entre ambos un conector. Esto se consigue gracias a un interruptor de presión asociado a la válvula del neumático y conectado éste a un vario-acoplador. En la carrocería, al lado de cada rueda se fija una bobina que tiene la misión de recoger las señales de la bobina móvil solidaria a la rueda, es decir un simple circuito resonante (cerrado por el conmutador de presión cuando la rueda se encuentra en condiciones normales, y abierto cuando la presión desciende a un cierto nivel). El sistema emisor es de tipo pasivo y por tanto no necesita ninguna tensión de alimentación. La unidad reflectora funciona como un frecuencímetro de resonancia. El interruptor de presión funcionará cuando la disminución de la misma sea de 0,15 bar.

Gracias a la electrónica, es posible igualmente variar la posición de los faros en función del movimiento del eje trasero, mediante un captador inductivo, un equipo electrónico y un servomotor, con lo cual, los faros quedarían permanentemente enfocados a la zona útil de visión. De esta forma se obtendría una gama de iluminación constante independiente del grado de inclinación del coche, y por tanto, también de la carga del vehículo.

Los numerosos sistemas de alarma e información contribuyen igualmente a la seguridad en carretera. Se piensa inmediatamente en los testigos del tablero de a bordo que con sólo un vistazo nos indican el estado de la presión de aceite, luces, batería, sistema de frenos, etc. Pero esto no debe hacernos olvidar los dispositivos de comunicación que informan al conductor sobre datos relativos al mundo exterior, como por ejemplo, la recepción del estado de tráfico vía radio (VHF o FM). Este sistema ya se encuentra en funcionamiento en Alemania Federal, donde trabaja en combinación con otro nuevo sistema conocido como ALI (Autofahrer Leitund informations System), reservado para la circulación sobre las autopistas, al igual que el EVA (Elektronischer Verkehrsleitslot für Autofahrer) se encarga de regular el tráfico en las vías urbanas. También existe un dispositivo emisor de llamadas de socorro que permite la localización radiogoniométrica del lugar donde se ha originado el mensaje.

Un torrente de información

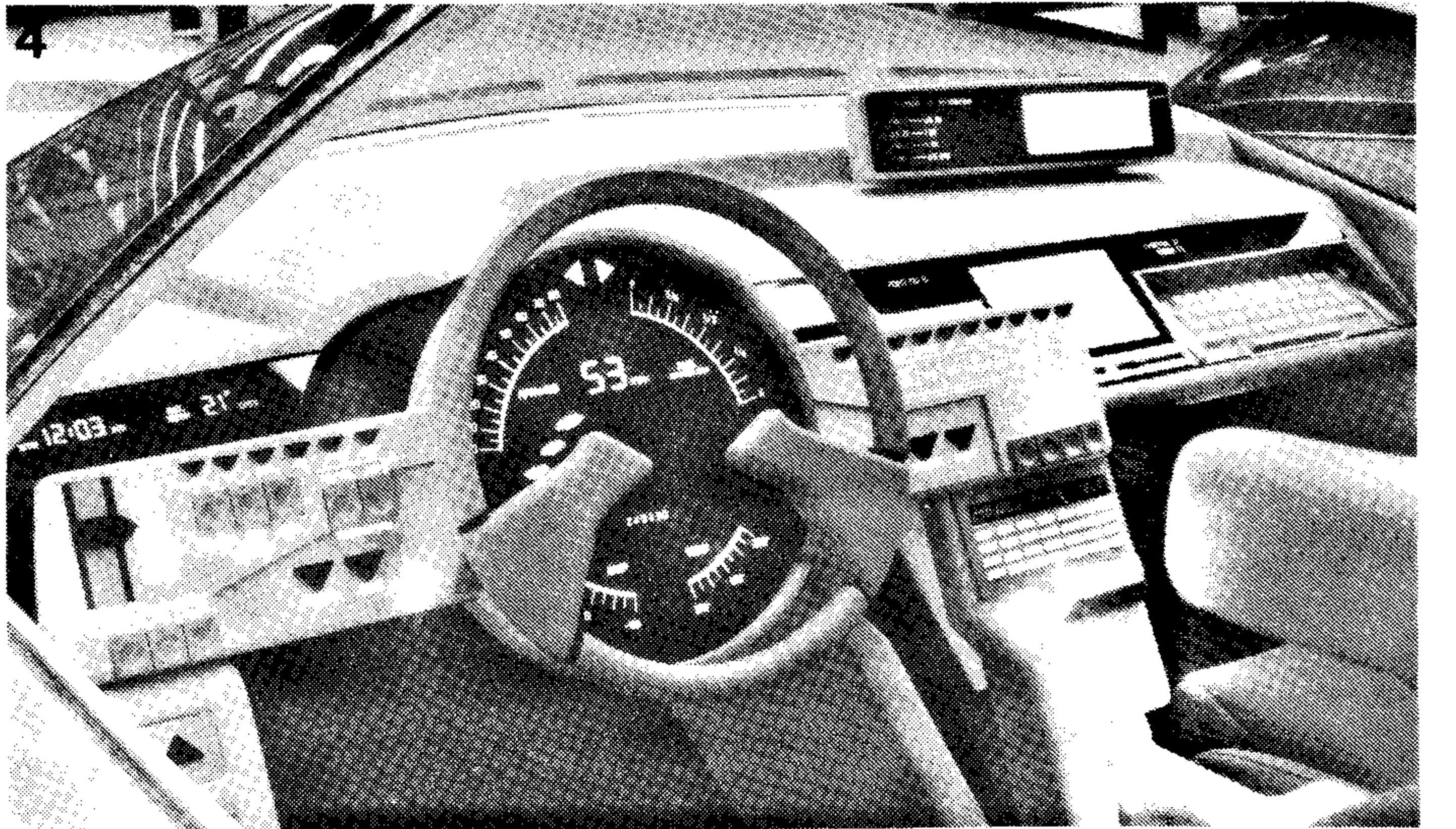
La presencia de numerosos captadores que alimentan de datos a los diversos dispositivos de control, regulación y vigilancia electrónica, tiene como resultado un considerable volumen de información que de ser comunicado directamente al conductor, éste resultaría literalmente neutralizado bajo el torrente de indicaciones que en cada momento se están produciendo en un vehículo. Algunos constructores han caído en la tentación de incorporar en sus prototipos multitud de órganos de control con lo que más parece la cabina de mandos del módulo lunar que un simple vehículo terrestre. Es preciso reconocer que general-



Fotografía 2. Prototipo del radar para el control de distancia de AEG-Telefunken. El circuito electrónico se encuentra instalado en el interior de la cavidad de la antena, y está compuesto por un receptor, un emisor y un calculador. Este último incluye un «evaluador de peligro» con un microprocesador de 8 bits.



Fotografía 3. Vehículo experimental equipado con un radar para el control de distancia.



Fotografía 4. Aspecto general del tablero de mandos del prototipo realizado por Ford (probe 1). El ordenador de a bordo no sirve únicamente para suministrar informaciones al conductor sobre el estado del vehículo; desempeña igualmente el papel de microordenador comercial y terminal de radio. ¿Qué más se puede pedir?



mente sólo son reclamos de tipo publicitario, y en muy pocos casos tienen algo que ver con los estudios de sistemas de seguridad y control. Admitiendo que tales exhibiciones llaman sólo la curiosidad del usuario, sólo quedan algunas ideas perfectamente explotables para la gestión electrónica informativa en el automóvil de los años 80. No nos privaremos aquí del placer de anticiparnos al futuro y echar una mirada a lo que podrían llegar a ser nuestros vehículos:

Los dispositivos señalizadores mecánicos y electromecánicos serán reemplazados por visualizadores electrónicos. Entre estos figuran las pantallas de cristales líquidos, que en pocos años entrarán a formar parte de los equipos de serie. Ciertamente, los visualizadores LED aparecen aquí y allá, en los tableros de a bordo actuales; sin embargo, su legibilidad es problemática cuando la luminosidad ambiental es demasiado fuerte, si bien por otra parte las configuraciones susceptibles de ser realizadas con estos componentes es bastante limitada. En consecuencia las perspectivas de utilización de los LEDs en este campo no parecen demasiado prometedoras.

Las informaciones más importantes para el automovilista, como por ejemplo la velocidad, se harán llegar al conductor a través de esferas indicadoras analógicas o cuasi-analógicas. Los visualizadores digitales se destinarán principalmente para informaciones de menor importancia como pueden ser la hora, el contenido de la reserva, la temperatura del motor, etc. Por otra parte este género de presentación de informaciones, y su modo de preparación (tratamiento de datos), jugará un papel fundamental en la concepción de los circuitos electrónicos del mañana. Básicamente podemos distinguir tres tipos:

Primeramente la señalización directa, por ejemplo, la velocidad, el número de revoluciones por minuto, la gasolina del depósito, a continuación, la evaluación automática de las informaciones destinadas al control y aviso automático, en fin el tratamiento interactivo de los datos que resumido en una sola palabra es: «el ordenador de a bordo». Desde el punto de vista de la seguridad, el control automático es el elemento decisivo en los diversos sistemas y órganos que constituyen el vehículo. Este libera al conductor de las pesadas tareas de observación, y evita distraer su atención de las eventualidades de la ruta. Por otra parte, en el caso de avería de uno de los sistemas, o la aparición de un estado de peligro, es el sistema automático de control el encargado de advertir al conductor, evitando con ello errores y distracciones. Por otra parte el mismo sistema tendrá la capacidad suficiente como para indicar al usuario las revisiones de mantenimiento que en su caso requiera el vehículo, tales como, la sustitución de las pastillas de frenos, de las bujías, etc. Los estados de alarma o los simples comunicados de información (según el caso), serán indicados óptica o acústicamente. En lo que concierne a la señalización óptica, se ha puesto a punto recientemente todo tipo de visualizadores alfanuméricos. En el caso de las indicaciones acústicas, es de esperar que se produzca una mayor innovación debido a los nuevos avances en la síntesis de voz por ordenador; es decir el propio vehículo

6

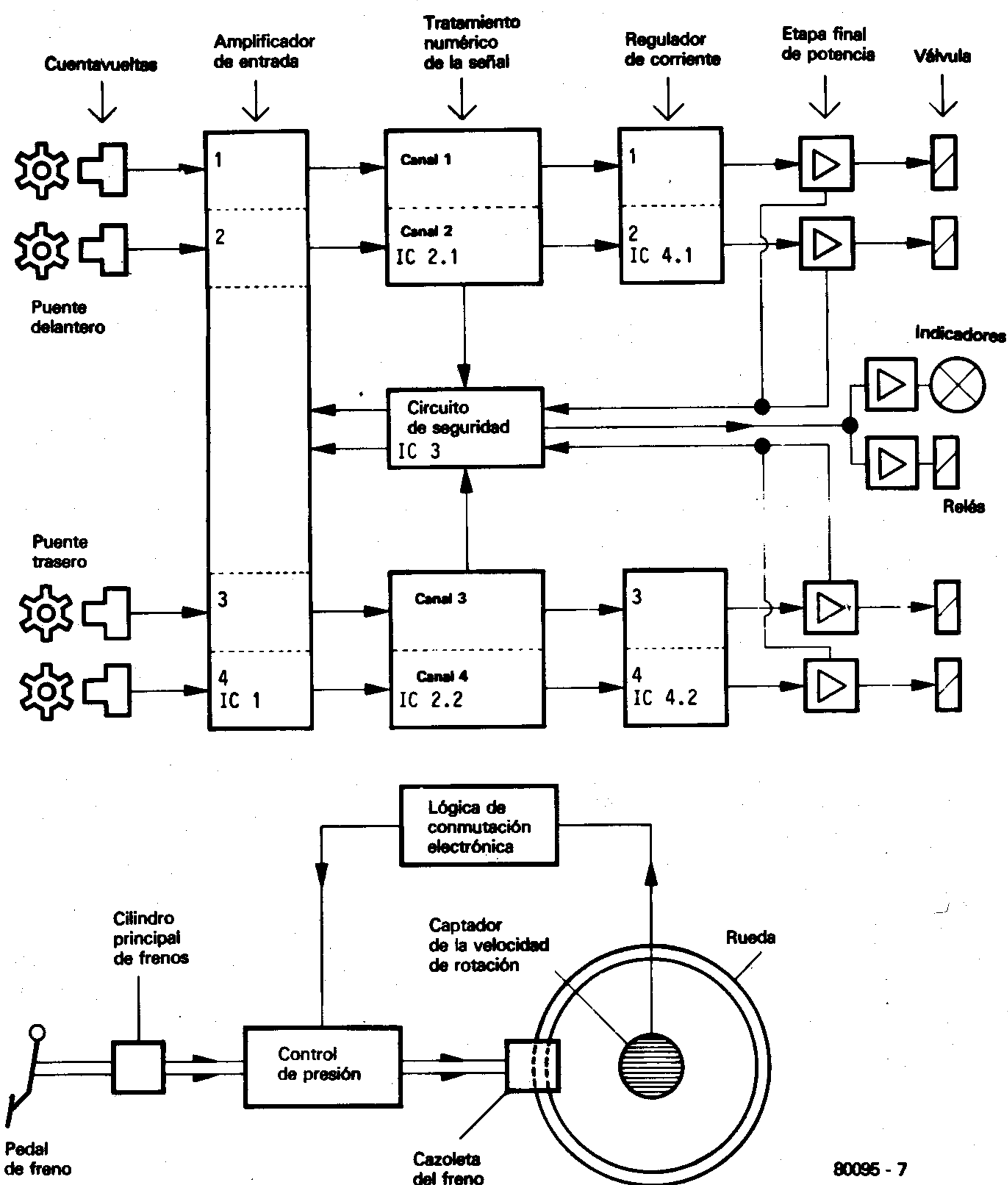
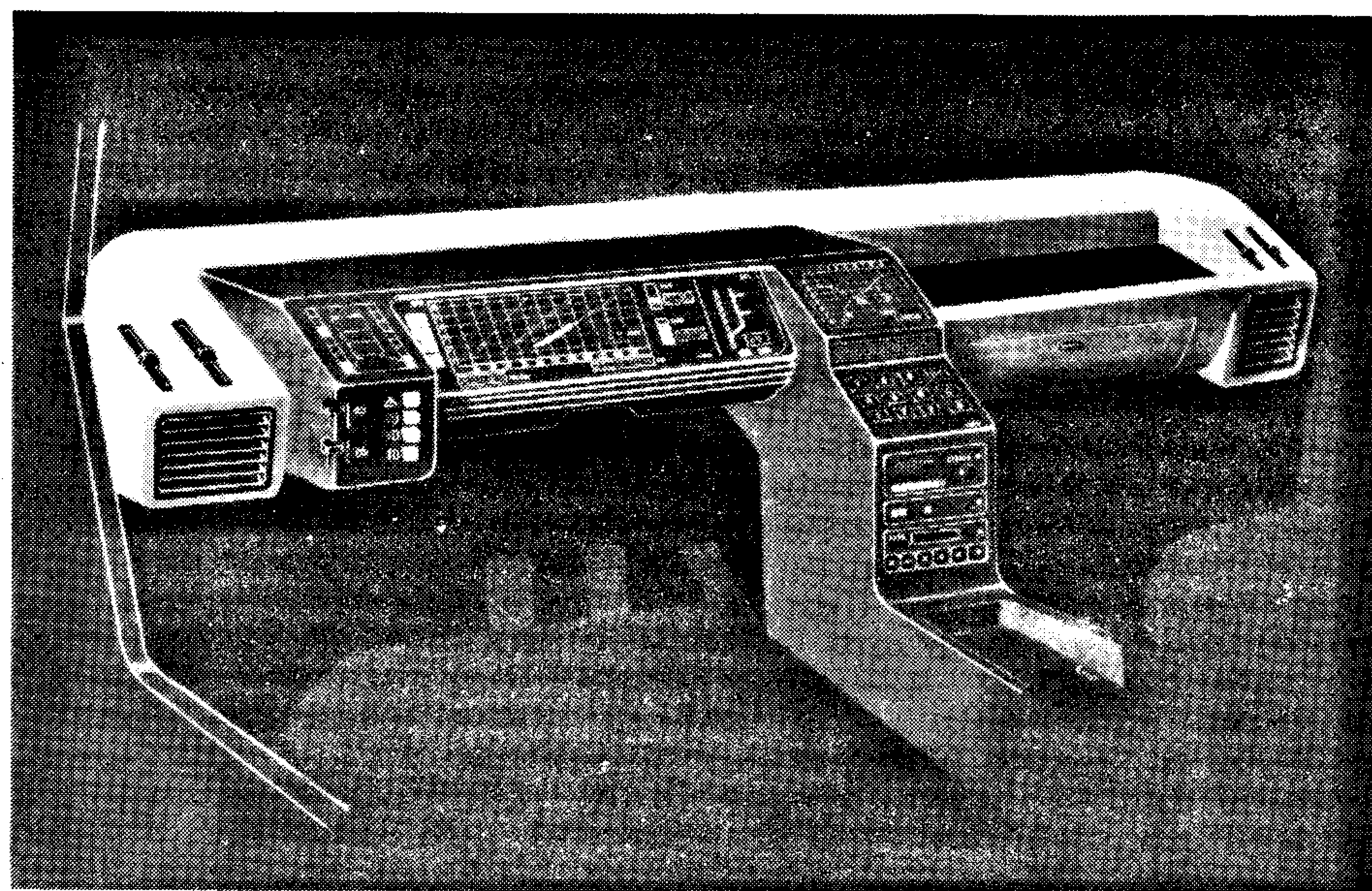


Figura 6. Esquema sinóptico del dispositivo de control del sistema de frenos antibloqueo ABS. Este dispositivo ha sido desarrollado por BMW y actúa sobre las cuatro ruedas independientemente. El principio de sistema antibloqueo se representa en la parte inferior de la figura.



Fotografía 5. Estudio de un panel de instrumentos electrónicos, realizado a base de cristales líquidos y desarrollado por VDO. El visualizador alfanumérico, informa y alerta al conductor de forma clara y precisa. Los visualizadores numéricos son más adecuados para informaciones que no precisan de un control constante por parte del conductor.



7a

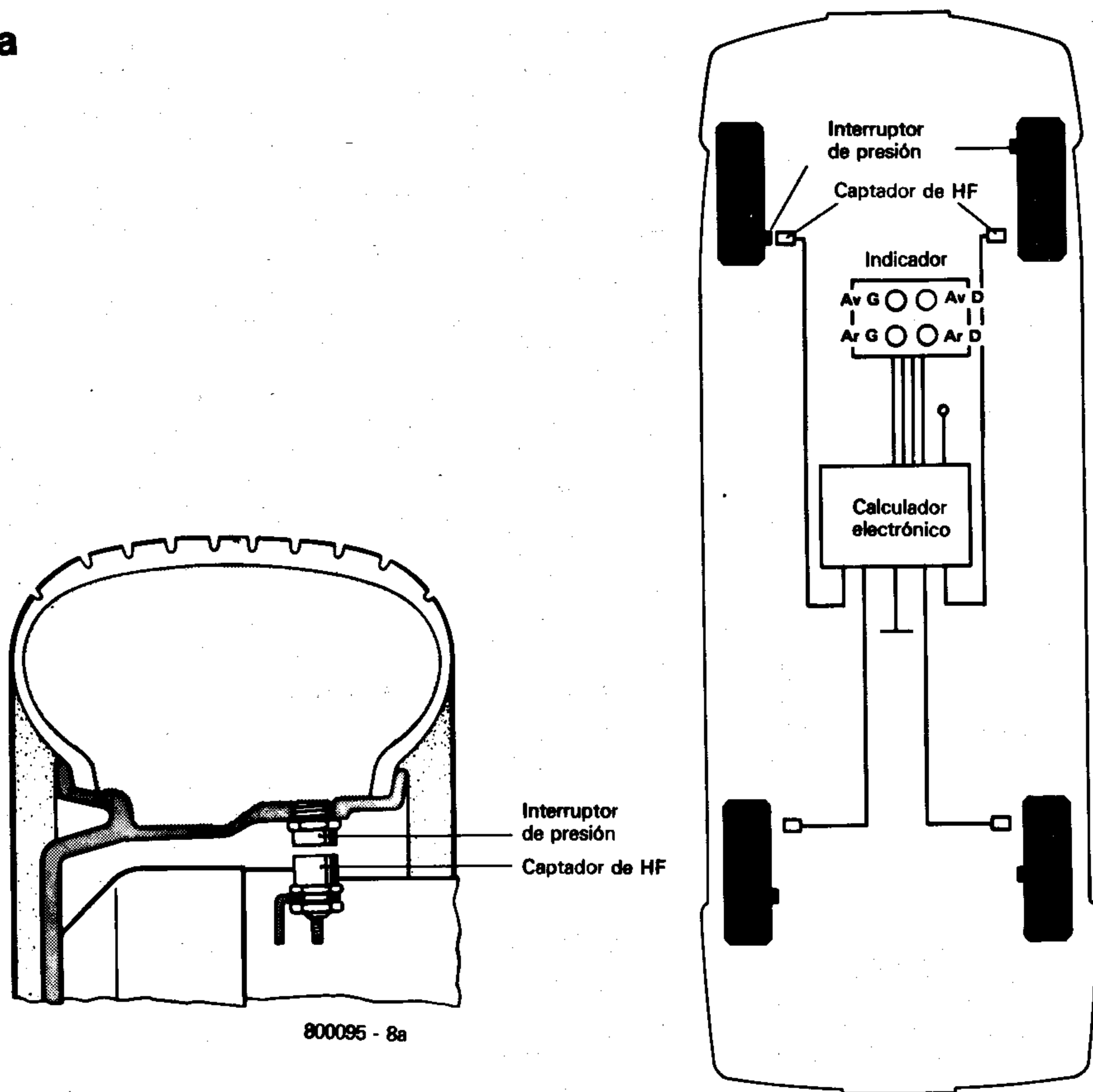


Figura 7(a). Sistema para controlar la presión de los neumáticos diseñado por Bosch. Un interruptor de presión indica las pérdidas ocasionales y mediante un transductor de HF, envía una señal al computador electrónico, el cual se encarga de disparar la alarma correspondiente indicando el neumático afectado.

7b

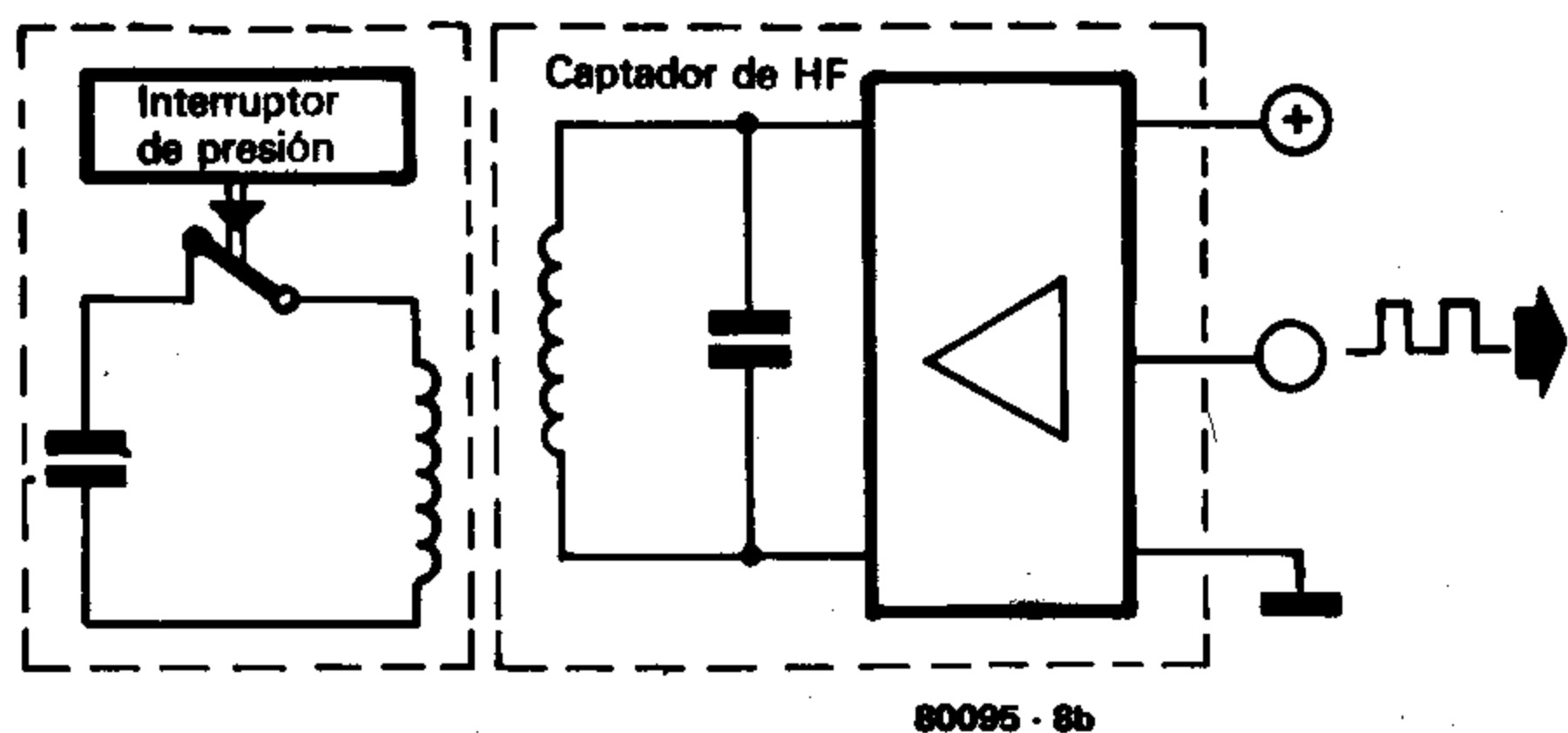


Figura 7(b). Esquema básico de la transmisión de señales entre el interruptor de presión y el captador de HF. El detector de presión montado sobre la rueda se compone de un interruptor (activado por diferencias de presión) integrado en un circuito resonante y conectado en serie con él. En caso de una pérdida de presión, el interruptor abre el circuito resonante, provocando una pérdida de resonancia en el circuito HF solidario a la carrocería. En este momento una señal de alarma es enviada al computador central.

nos comunicará de palabra todas las eventualidades que tengan lugar durante un recorrido, como por ejemplo, indicaciones sobre la reserva de combustible, sobre las condiciones mecánicas del motor, o simplemente de una puerta mal cerrada. A decir verdad no estamos hablando de ningún coche del futuro puesto que ya existe un prototipo japonés dotado de estas mismas funciones.

Las opiniones sobre el futuro del ordenador en el automóvil son en muchos casos divergentes. Algunos pronostican que un «matemático» de la talla de un microordenador ofrecerá al conductor un pasatiempo muy entretenido, pero sin grandes incidencias sobre la calidad de la conducción. Este es un verdadero prejuicio sobre el que únicamente triunfarán los hechos demostrables. Es sintomático que las opi-

niones de la encuesta realizada sobre un grupo de universitarios diera como resultado, que la mayoría de los encuestados renuncien finalmente a la instalación obligatoria de un ordenador a bordo de los vehículos del mañana.

### Multiplexado en lugar de mazos de cables

El costo creciente de las materias primas, la necesidad de reducir el precio, la racionalización de la producción y la complejidad cada vez mayor de los equipos eléctricos del automóvil, han sido los motivos que han obligado a los constructores a recapacitar sobre los sistemas de cableado tradicional, realizados mediante haces de conductores. Sin embargo, la aparición de la electrónica

numérica ha abierto nuevas vías para la realización de circuitos eléctricos. En lugar de utilizar varias líneas para alimentar separadamente cada órgano del automóvil, se empleará una sola línea circular en la que se conectarán (en paralelo) todos los dispositivos. Esta línea circular incorporará también un conductor de control, por el que circularán las direcciones e instrucciones codificadas en binario. Por otra parte, cada órgano enviará sus propias informaciones al ordenador central (o de a bordo), por medio de la central de multiplexado. De esta forma es posible controlar simultáneamente el funcionamiento de todos los dispositivos del vehículo, utilizando tan solo una única línea de conexión.

Los conmutadores del tablero de a bordo estarán conectados a la central de multiplexado, y no directamente a los dispositivos eléctricos como actualmente sucede. Cada órgano del vehículo estará equipado con un circuito de control electrónico individual que le permitirá la recepción y traducción de las instrucciones provenientes de la central (el microprocesador).

Las ventajas de una concepción de este tipo son evidentes. En primer lugar la simplificación del cableado; puede utilizarse la misma central de multiplexado, sea cual sea el vehículo y las características de su equipamiento. La adaptación del sistema a los diferentes modelos sólo dependerá de la programación de la ROM. Es posible que en un futuro algo más lejano se sustituyan definitivamente los conductores eléctricos por fibras ópticas.

### La electrónica y el confort

De cara al ahorro de energía, requerimiento imprescindible de los coches del futuro, un aumento del confort no parece una cuestión imperativa. No podemos olvidar que gracias a la electrónica existen aún numerosas posibilidades de aumentar el confort de la conducción. El ajuste de posición e inclinación de los asientos no es más que una aplicación ilustrativa de las posibilidades de esta filosofía. Cuando se ha conseguido un ajuste satisfactorio, éste se memoriza en el ordenador central y posteriormente, en caso de que otra persona haya modificado la posición, ésta puede ser recuperada simplemente pulsando un botón. La calefacción y climatización son dos tareas perfectamente controlables por el microprocesador de a bordo. Otra modalidad de confort, no menos efectiva es el control de la propia seguridad del vehículo para aquellos propietarios, que han de dejar sus coches en lugares poco seguros, y por tanto están sujetos a una mayor incidencia de robo o cualquier otro tipo de agresión. A este respecto, Bosch ha diseñado un sistema de una simplicidad asombrosa pero de gran efectividad, en el cual el dispositivo de seguridad está constituido por un detector de inclinación y una pequeña calculadora con memoria. Cuando se estaciona el coche, la posición de éste queda memorizada en la calculadora. En el momento en que se produce cualquier modificación, por ejemplo el enganche de un remolque o la elevación con un gato para desmontar las ruedas, se dispara la alarma. ¡Los ladrones de automóviles van a vivir tiempos difíciles!



8

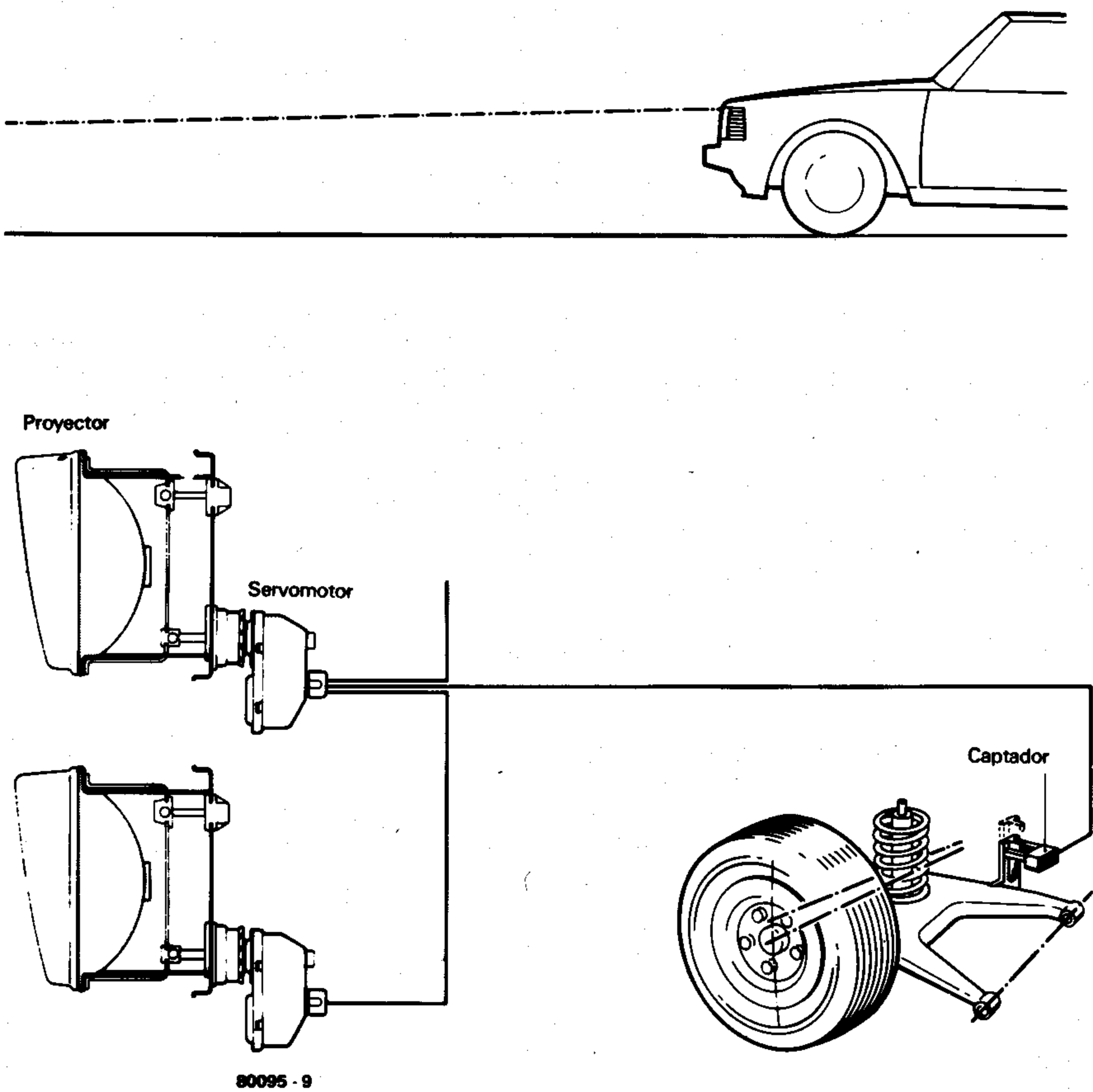


Figura 8. Regulación automática de la posición de los faros en función de la del vehículo, tomando como punto de referencia el eje trasero. Un captador inductivo controla el servomotor, que modifica la posición del faro correspondiente.

Otras aplicaciones

Los ejemplos dados anteriormente podrían hacer creer que la intervención de la electrónica en el automóvil no tiene límite. Sin embargo, ésta opinión no es compartida por la mayoría de fabricantes de automóviles, aun considerando al coche (bajo su punto de vista) como uno de los mejores medios para dar salida a los productos creados por su inagotable capacidad de comercialización. El número de sistemas que constituyen un vehículo, cuya eficacia puede ser mejorada por la electrónica, obviamente tiene un límite. El gran recurso de los captadores así como de los componentes hidráulicos y mecánicos asociados a los sistemas de control electrónico, no implican precisamente una disminución de los precios de venta. La exigencia de una perfecta calidad es, dentro de la tecnología electrónica un factor imprescindible. Por ejemplo, la disminución del porcentaje de fallos del 1 por 100 al 0,1 por 100 en los componentes electrónicos, actualmente se traduce en un aumento del precio de venta del 20 por 100 aproximadamente. El objetivo fijado para los años 80, es alcanzar la cifra del 0,05 por 100, lo cual provocará sensibles aumentos en el costo de los vehículos.

La disminución del consumo de carburante es por consiguiente el dominio en el que se observarán mayores compensaciones en el precio de un vehículo.

Como habrá podido observarse a lo largo de estas líneas, el futuro depara a la industria del automóvil un gran desafío tecnológico y una no menos dura batalla contra el aumento de los precios y las exigencias del consumidor.

9

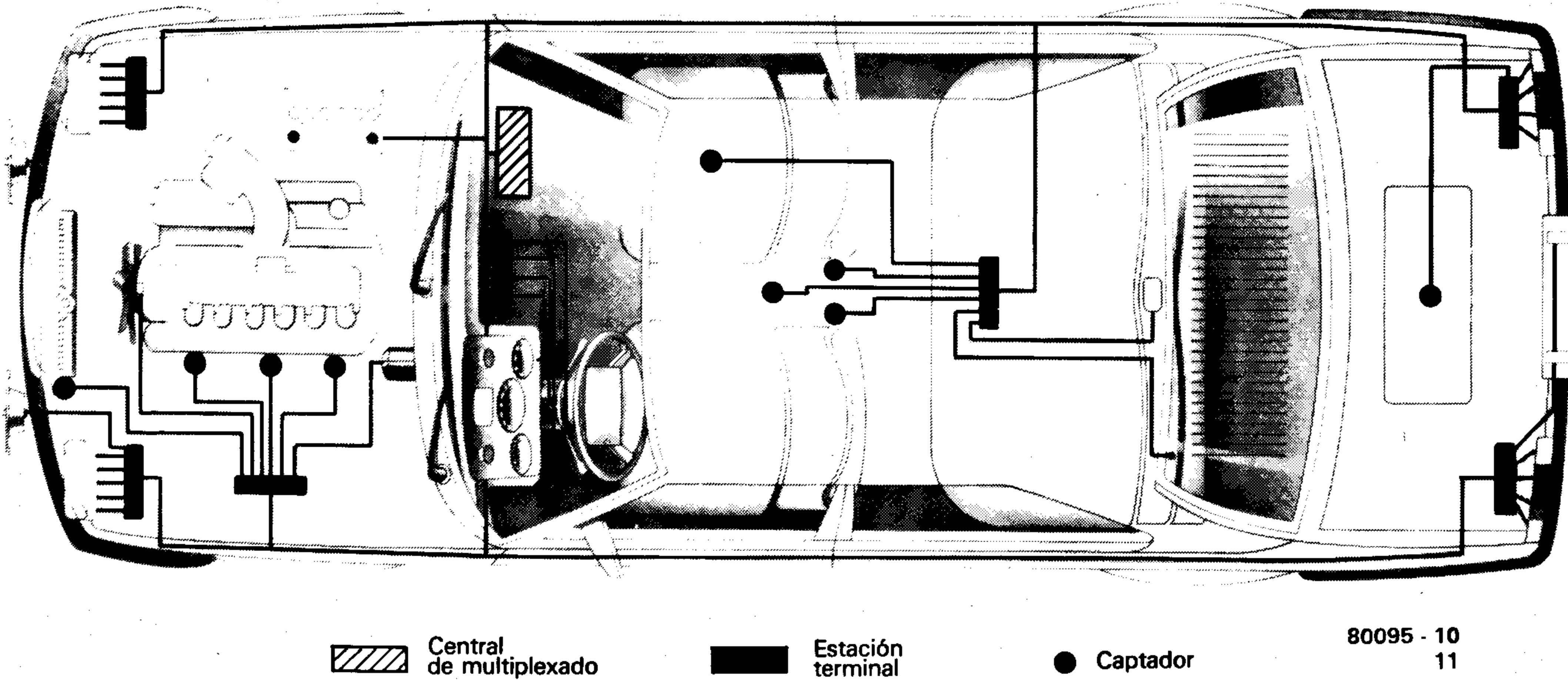


Figura 9. Esquema sinóptico de los circuitos eléctricos multiplexados que probablemente en un futuro sustituirán a los que hoy conocemos. El control de cada dispositivo eléctrico del automóvil se realizará mediante una central de multiplexado, conectada a cada uno de los circuitos electrónicos que acompañarán a los dispositivos eléctricos.



Por todo el mundo los investigadores se afanan en encontrar nuevas fórmulas para sustituir los recursos energéticos actuales. Básicamente las directrices de ésta, hasta ahora infructuosa, búsqueda son dos:

- A corto plazo se intenta elaborar nuevos carburantes y construir nuevos motores menos «golosos» con el fin de preservar las reservas de petróleo.
- A largo plazo el objetivo perseguido, es la realización de un vehículo que se ha dado en llamar el «coche del futuro» del que se espera incluya todas aquellas mejoras que en nuestros vehículos actuales son desventajas: consumo reducido de energía, independencia de los carburantes derivados del petróleo, mayor vida útil, una construcción que permita el reciclaje de las materias primas empleadas, poco o nada contami-

# el otro coche

## otros carburantes y otros tipos de propulsión



nante, mayor seguridad, y naturalmente, sin que por ellos se vean sacrificadas la potencia y el confort (y por supuesto el precio). ¡Un verdadero sueño!

### Nuevos carburantes

La investigación sobre nuevos carburantes, ha hecho bastantes progresos en los últimos años. Es suficiente citar algunos de ellos como la electricidad, el alcohol (etílico y metílico) y el hidrógeno (a más largo plazo).

Como fuente de energía, y en lo que concierne a los automóviles, la electricidad parece por el momento ofrecer unas perspectivas poco prometedoras. La capacidad de carga de los acumuladores no ha variado sensiblemente a lo largo de 50 años, ya que, los más recientes vehículos experimentales aún siguen empleando acumuladores de plomo. Otros tipos más evolucionados como los acumuladores de zinc y aire, o zinc y cloro, o incluso de azufre y sodio, requerirán todavía de 10 a 15 años antes de que su utilización sea rentable. Admitiendo que llegarán a realizarse los sueños de los investigadores más optimistas, estos nuevos dispositivos permitirán almacenar una carga cuatro veces superior a la de los acumuladores actuales. Lo cual no representaría un gran avance debido a que la utilización de estos vehículos quedarían limitada a los medios urbanos.

En ningún caso, el rendimiento global de un coche eléctrico es superior al de los vehículos equipados con motor diesel. La ventaja de la electricidad como energía de propulsión reside en su relativa independencia del petróleo, ya que también puede ser generada mediante combustibles minerales (carbón, lignito, etc.), energía atómica y hulla blanca, así como la ausencia de

Actualmente, no parece estar demasiado claro cuál va a ser (a menos que se opte por la simple y llana eliminación de los vehículos a motor) el sustituto del automóvil. El que ahora conocemos, con su exagerado consumo de carburante, gradualmente y de forma ineludible irá desapareciendo para dar paso a otros modos de propulsión y otros tipos de carburantes. ¿Cuáles? ¿Hasta dónde han llegado las investigaciones actuales? En resumen ¿qué nos depara el futuro sobre este polémico tema?



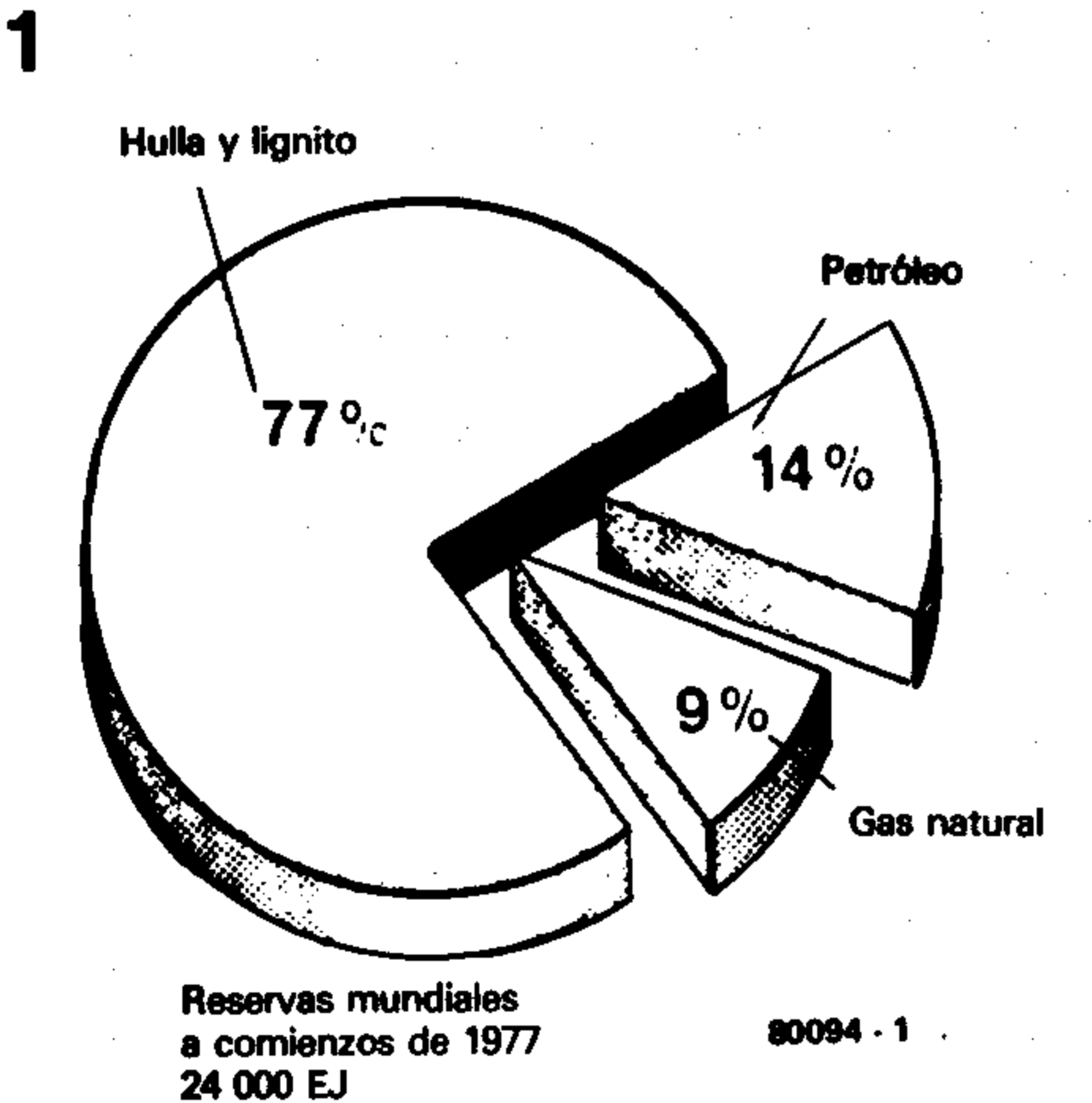


Figura 1. Recursos mundiales de energía primaria fósil. Las tres cuartas partes de estas reservas están constituidas por lignito y hulla.

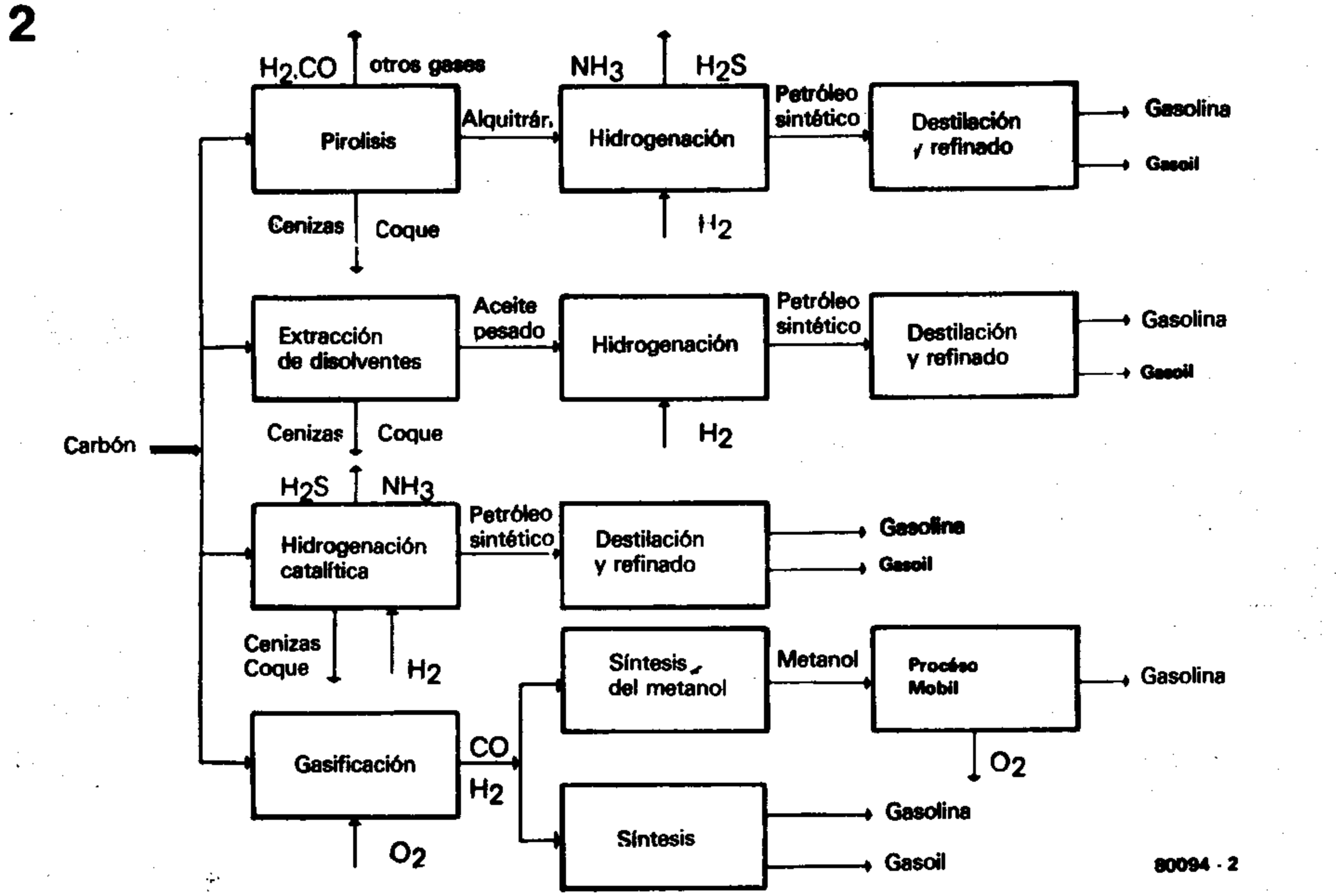


Figura 2. ¿Cómo se obtienen los carburantes líquidos a partir del carbón? El proceso es parecido al de los carburantes corrientes. (Fuente: Daimler-Benz.)

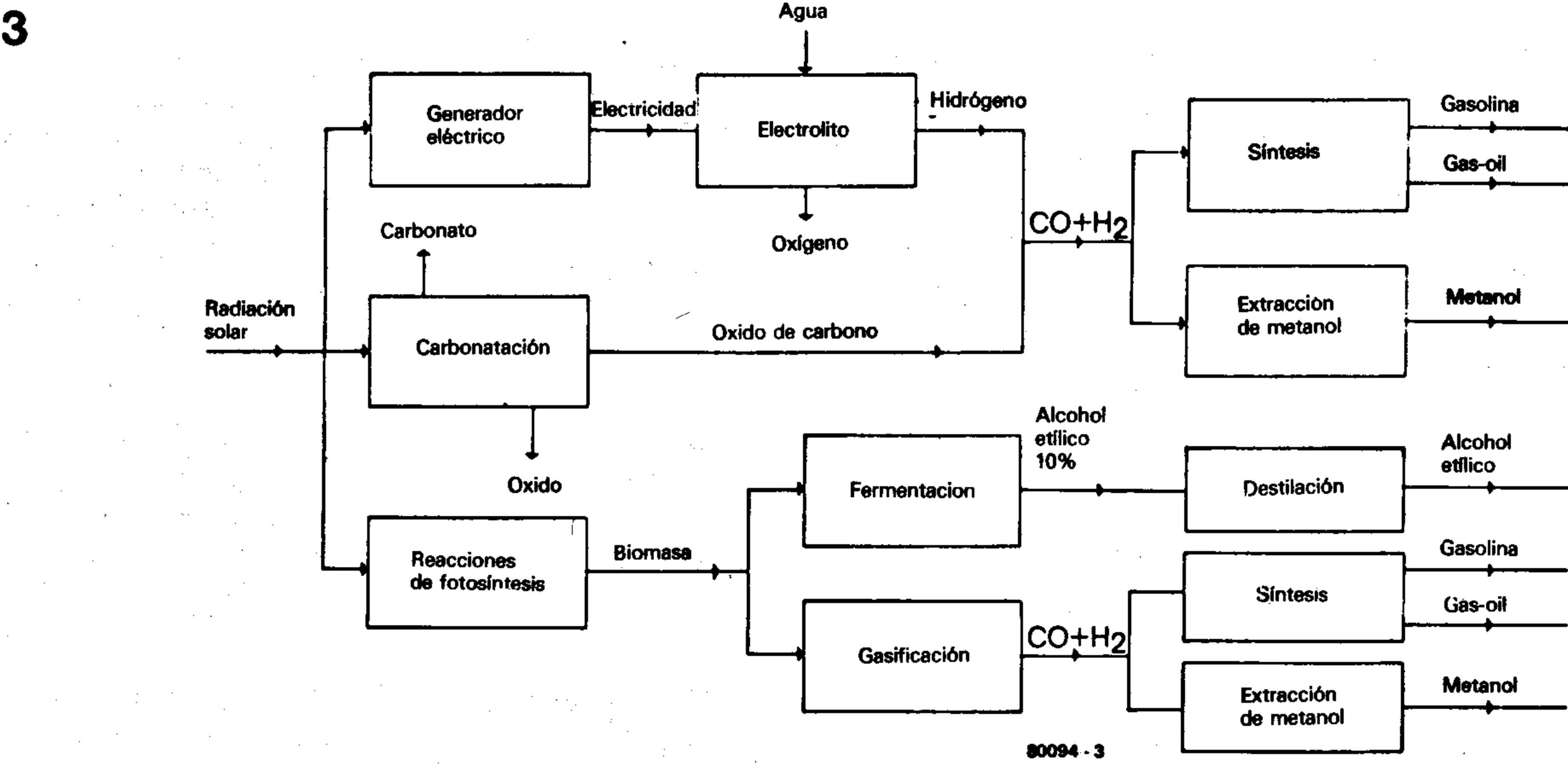


Figura 3. Fabricación de los carburantes a partir de la energía solar. Vista general de las bases del proceso. La utilización de la biomasa (fotosíntesis de vegetales) ofrece por el momento las mejores perspectivas. (Fuente: Daimler-Benz.)

ruidos y de productos contaminantes (inevitables en los motores actuales). El entusiasmo por las pilas de combustible ha decaído notablemente debido a los resultados poco esperanzadores que ofrecen. En este orden de ideas, el hidrógeno aparece como fuente de energía alternativa para los motores tradicionales de combustión interna. En la figura 6 se muestra un vehículo experimental diseñado por Daimler-Benz, impulsado por hidrógeno. En un motor de gasolina convencional, el hidrógeno se quema dejando como únicos residuos vapor de agua y una débil cantidad de óxido de nitrógeno. El único punto débil de este sistema sería un depósito lleno de hidruros metálicos (polvo de hierro, níquel y titanio). Estos hidruros absorben nitrógeno

y liberan calor en la primera fase; en una segunda fase (calentándolos) liberan el hidrógeno. Sólo son necesarios algunos minutos para recargar el depósito de hidrógeno. Gracias a este método de almacenamiento es posible transportar este elemento (explosivo por naturaleza cuando está bajo presión) sin el menor peligro. Sólo queda un problema por resolver, y es que la cantidad de hidrógeno almacenado es todavía demasiado pequeña en relación al peso y volumen del depósito. Es por esta razón que los ensayos sólo se han realizado sobre vehículos con radio de acción limitado. A largo plazo el hidrógeno ofrece una de las mejores soluciones como sustitutivo de la gasolina, y derivados del petróleo, ya que el objetivo es obtener una fuente de energía barata a partir de una materia prima inago-

table (como en este caso lo es el agua). A medida que han ido apareciendo los problemas de almacenamiento de desechos atómicos, los investigadores han concentrado su interés en la energía solar. Sin embargo, hasta el presente no se ha desarrollado ningún proceso viable para producir hidrógeno, utilizando el sol como fuente de energía, ni existen indicios de que en un futuro próximo vaya a haber. Por el contrario, el alcohol ofrece una perspectiva seria de disminución (a corto plazo) de nuestra dependencia de los productos petrolíferos. Este carburante es directamente utilizable en los motores de gasolina de fabricación corriente; en Brasil ha comenzado ya la producción en serie de motores cuyo combustible de base es el alcohol. Las modificaciones necesarias para



4

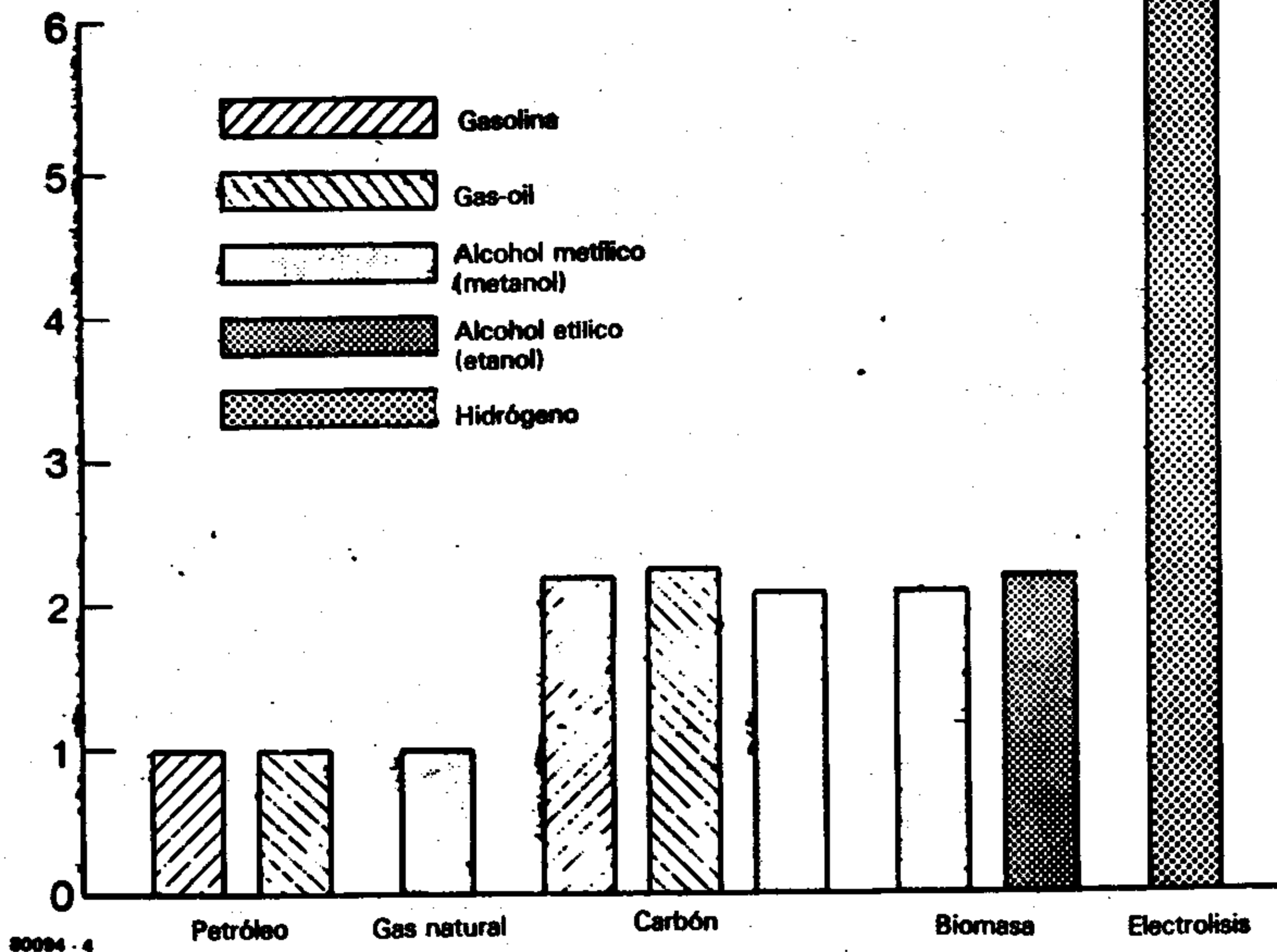


Figura 4. Costo de fabricación relativo de los diversos carburantes líquidos a partir de diferentes materias primas. En el caso de la electrolisis las materias primas son el agua y la electricidad. (Fuente: Daimler-Benz.)

5

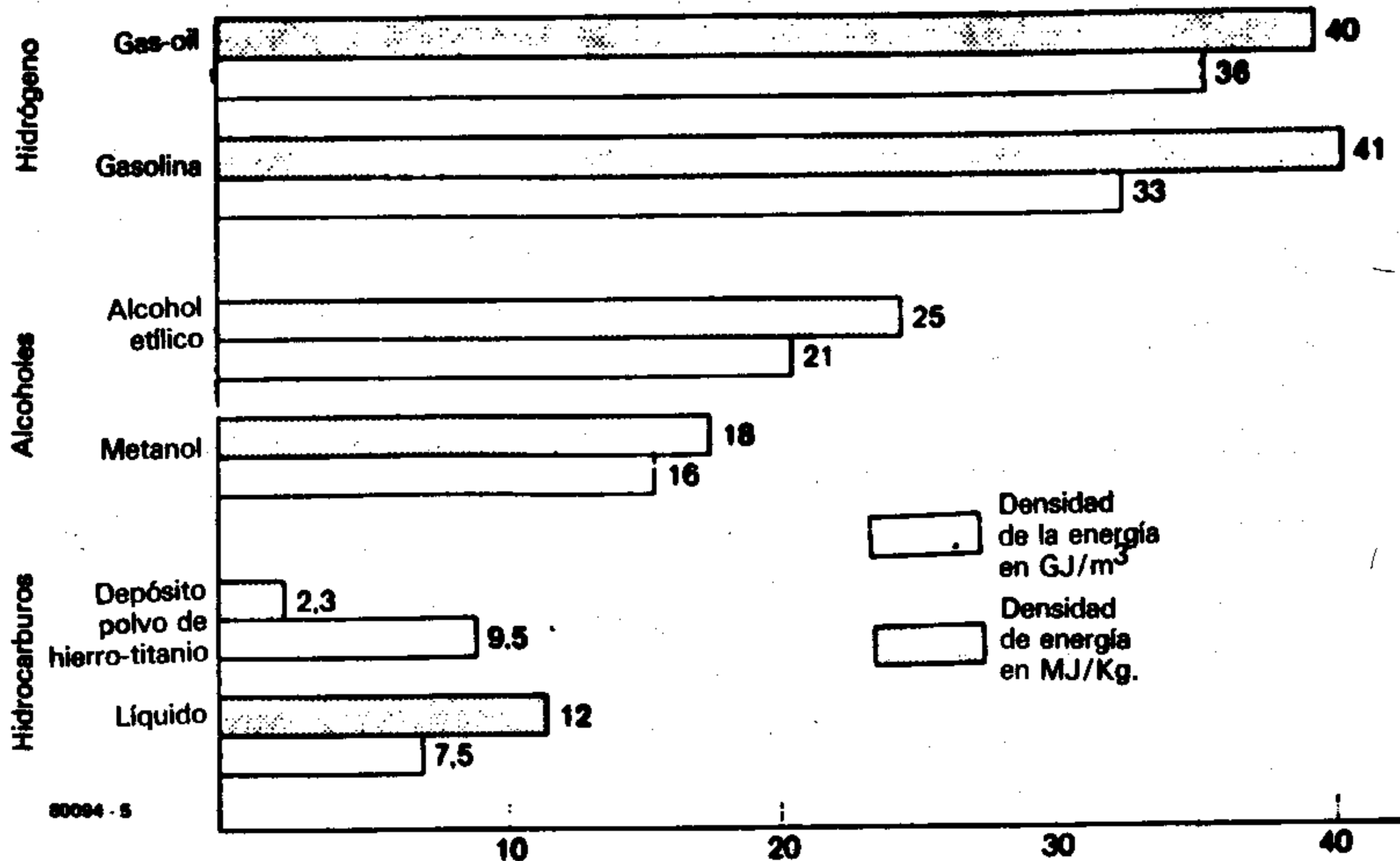


Figura 5. Densidad energética de los diferentes sistemas acumuladores de energía, en relación con la masa y el volumen. La densidad energética de los acumuladores de plomo no figuran en esta tabla. Con relación a la masa, actualmente es el 1 por 100 del valor de la gasolina o del gasoil. (Fuente: Daimler-Benz.)

utilizar este tipo de carburantes, únicamente afectan al carburador y a los conductos de combustible. La potencia energética inferior (la del metanol es aproximadamente la mitad que la de la gasolina) de este tipo de carburantes se traduce en un consumo y un volumen del depósito de combustible mayores. Mientras que en Brasil y USA ya funcionan motores de explosión a base de alcohol etílico fabricado a partir de vegetales que contienen azúcares y almidón (como la caña de azúcar, la remolacha azucarera y la patata), en Europa y particularmente en la República Federal Alemana, los ensayos se hacen a partir del alcohol etílico o metanol. Este alcohol se obtiene a partir de todas las materias primas carboníferas, tales como el carbón, el gas natural, los desechos vegetales y los detritus de cocina. Las expe-

riencias realizadas hasta el presente con el M15 (mezcla compuesta por el 15 por 100 de metanol y el 85 por 100 de gasolina) son muy positivas. En el mes de octubre de 1979 comenzó en Berlín un vasto programa de experimentación, repartido en 4 años, en el que participan alrededor de 600 coches de turismo.

### Nuevos motores

La producción de motores más económicos deben completar las tentativas de investigación para reemplazar los carburantes derivados del petróleo a medida que se vayan agotando las reservas. En este número con-

sagrado a la electrónica en los coches de los años 80 se pone claramente de manifiesto esta cuestión. Es curioso comprobar que nuevamente comienza a hablarse de la turbina de gas como sistema alternativo de los motores de explosión. Es cierto que la sustitución de aceros resistentes a altas temperaturas por materiales cerámicos en las cámaras y difusores de las turbinas, podría facilitar la utilización de este sistema en los coches normales. En este año los primeros resultados nos mostrarán si la turbina de gas tiene alguna posibilidad de incorporarse en los coches de turismo.

En lo que concierne a los vehículos utilitarios, particularmente en los autobuses, existe ya toda una gama de soluciones alternativas aplicadas a la propulsión.

### Sistemas híbridos

Puesto que un único modo de propulsión (diesel, acumuladores, volante de inercia) presenta ventajas e inconvenientes específicos, los investigadores se orientan frecuentemente hacia la combinación de varios sistemas para así obtener una fórmula híbrida que reúna todos los aspectos positivos y elimine las desventajas. Actualmente, son cuatro los dispositivos en estado de experimentación o de realización, que se destacan dentro de toda la masa de combinaciones imaginables. El *autobús electrohíbrido* es el resultado de asociar un motor diesel con acumuladores eléctricos. Un generador diesel carga las baterías y contribuye parcialmente a generar la energía de propulsión. Cuando el trayecto lo permite, el autobús tiene gran autonomía y circula (con el generador diesel desconectado) sin emitir productos contaminantes, lo cual es mucho más caro y precisa de una mayor cantidad de energía que la simple propulsión diesel. Un experimento a gran escala fue desarrollado a mediados de 1979 en la región de Stuttgart, con una veintena de autobuses.

El *diesel-o-bus*, o duo-bus, constituye una variante en la que una caja de velocidades y un embrague selectivo permiten escoger entre una propulsión por motor diesel o por motor eléctrico. Evidentemente, esta fórmula es sensiblemente más costosa que utilizar un solo motor, sin embargo el consumo de energía es inferior. Los ensayos prácticos continúan en Esslingen cerca del Neckar.

Un tercer sistema híbrido *el giro-bus*, combina un motor diesel y un volante de rotación rápida como acumulador de energía. Esto permite asegurar al diesel un funcionamiento en régimen constante. Con este sistema la energía que se desperdicia en las frenadas se almacena y posteriormente se vuelve a utilizar («frenado útil»). A pesar de las pérdidas de energía producidas en la caja de cambios de variación continua, se obtiene una economía de energía importante frente a la propulsión por motor diesel únicamente. Para cortos trayectos, la utilización exclusiva de energía giroscópica elimina la emisión de gases contaminantes. Actualmente, el giro-bus se encuentra aún en estado experimental y se prevé la utiliza-



6

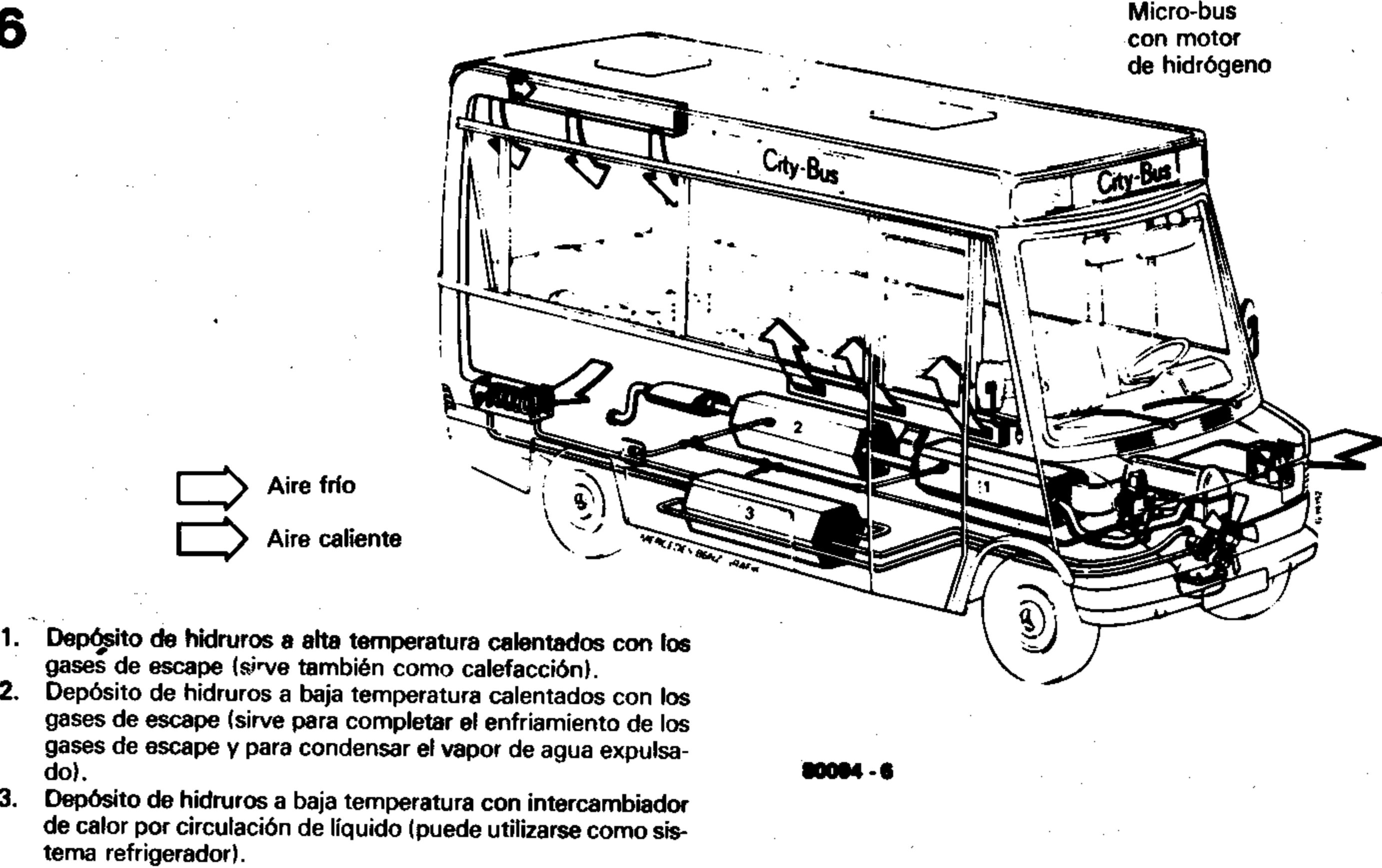


Figura 6. Micro-bus equipado con un propulsor de hidrógeno y depósito de hidruros. (Fuente: Mercedes-Benz.)

ción de un microordenador para la gestión del sistema.

En una segunda versión se ha previsto la utilización de un acumulador de presión, en lugar del volante giroscópico, para así poder recuperar la energía útil de frenado. Este último prototipo ha sido bautizado con el nombre de *hidrobus*, y ya ha sido objeto de las primeras pruebas en Berlín. El acumulador de presión a gas y un convertidor hidrostático son los elementos que permiten alcanzar economías de energía del 30 por 100, en relación a un motor diesel. Se está realizando en Berlín, una experimentación a gran escala con 88 hidrobus.

Igualmente, parece posible la explotación de los acumuladores de presión para la recuperación de energía en los automóviles de turismo normales. En Francia una pequeña industria especializada, ha equipado un Renault 5 (modificado) con un dispositivo de este tipo.

7

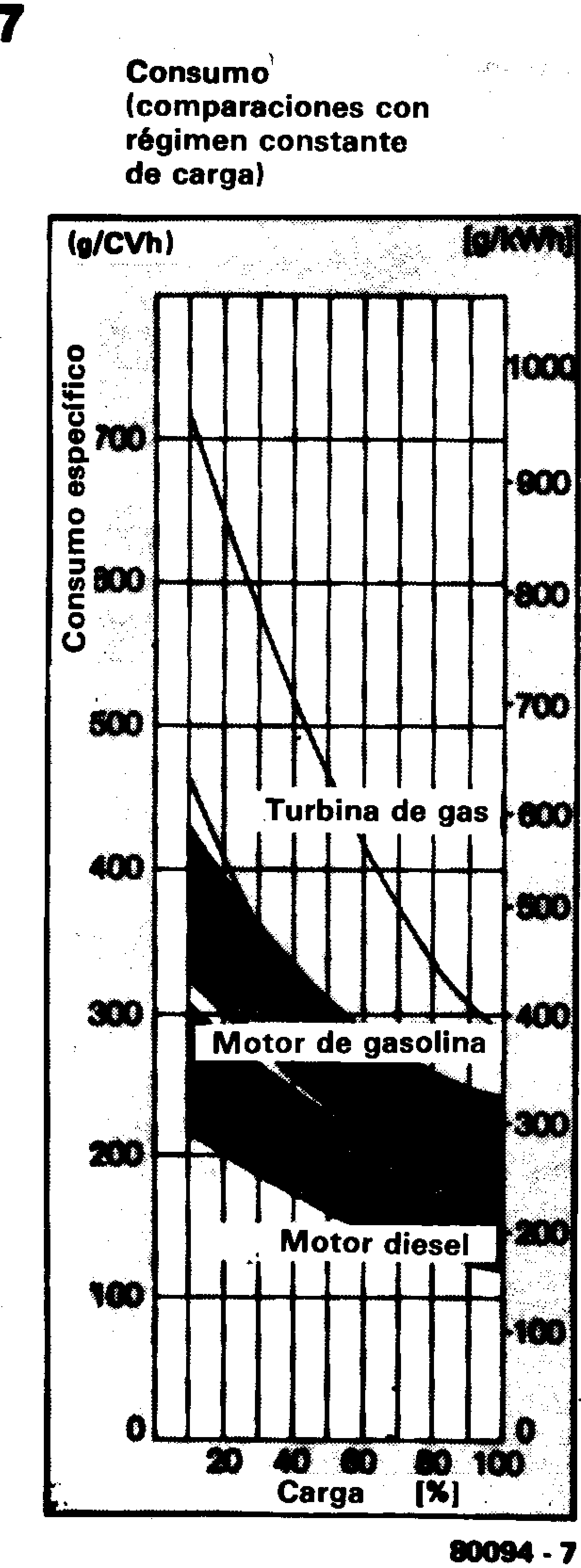


Figura 7. Consumo específico de una turbina de gas, de un motor de gasolina y de un motor diesel. En breve se espera obtener para la turbina de gas un consumo parecido al de los diesel. No se excluye que puedan superar el de la gasolina. (Fuente: Bosch.)

8

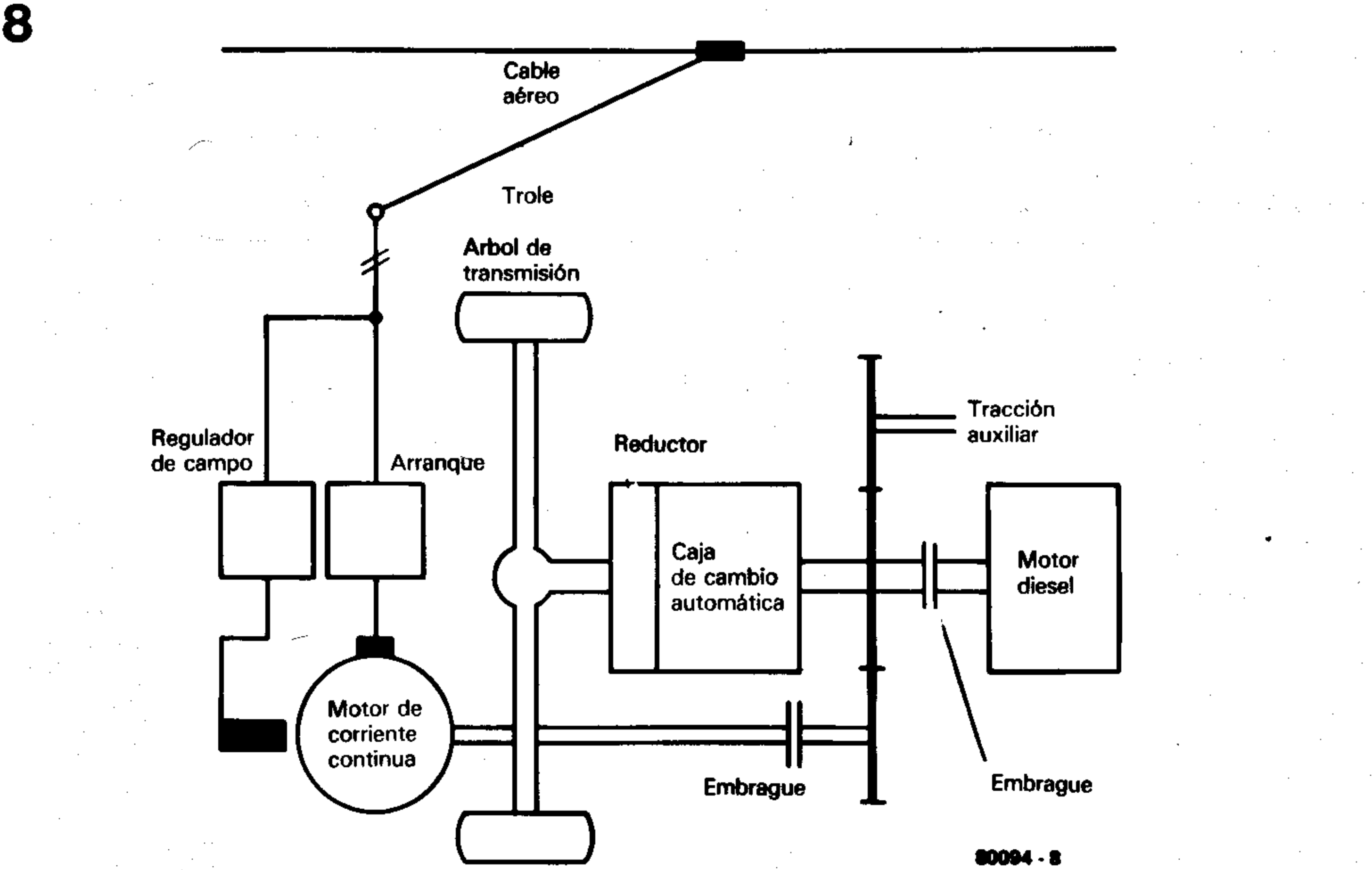


Figura 8. Esquema del sistema propulsor del diesel-o-bus, conocido como duobus. (Fuente: Bosch.)

9

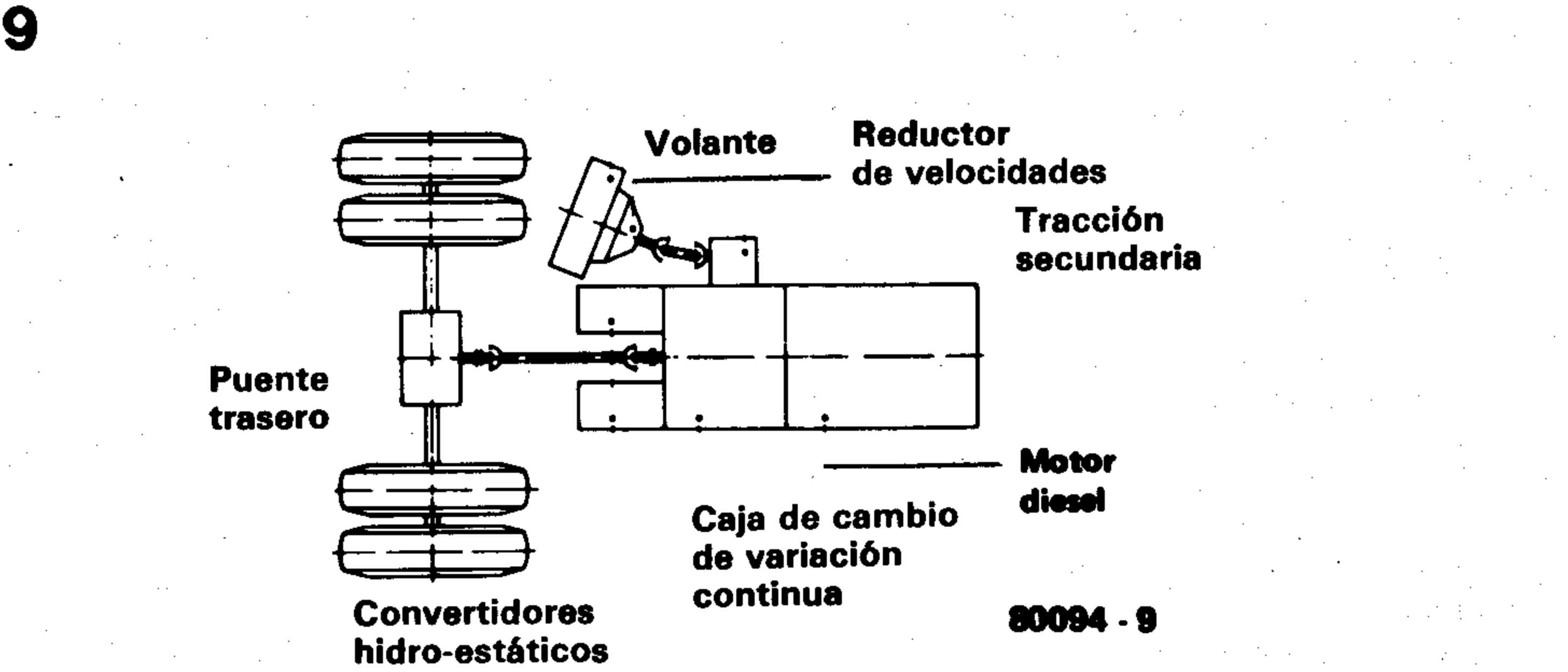


Figura 9. Esquema del sistema propulsor «girobus» dotado de un volante giroscópico. Un dispositivo de propulsión giroscópico asociado a un motor diesel permite la recuperación de la energía en las frenadas. (Fuente: MAN.)



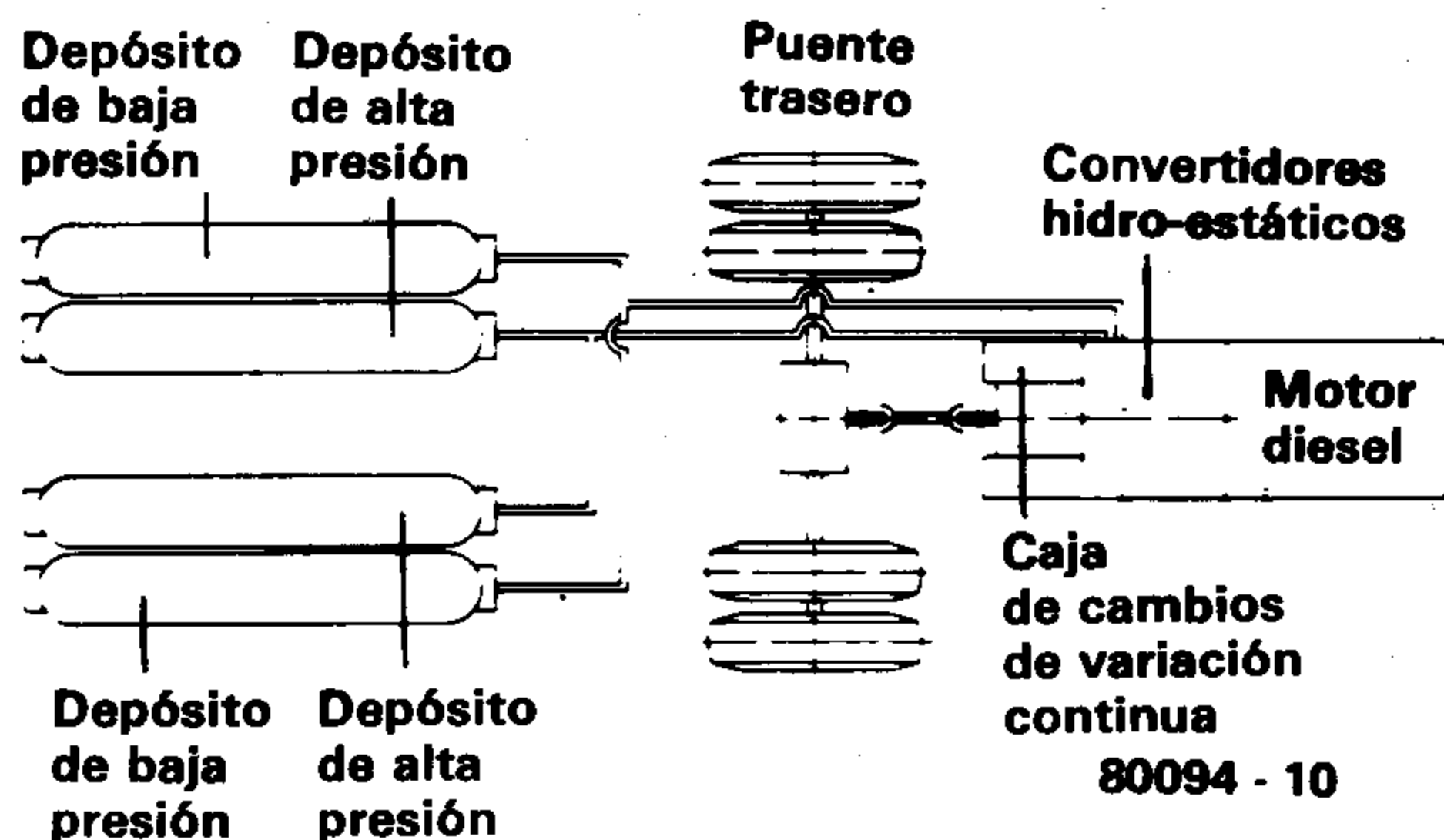
## Consideraciones sobre el vehículo del futuro

Se ha organizado un proyecto de investigación bajo la responsabilidad del ministerio de tecnología de Alemania Federal, que agrupa a representantes de la industria del automóvil Alemana (excluyendo a Ford y Opel) y a un grupo de universitarios cuyos miembros pertenecen a las universidades de Aix-la-Chapelle, Berlín, Stuttgart y Darmstadt. Los grupos de investigación participantes han elaborado, en un espíritu de libre concurrencia, varias soluciones cuyos resultados serán expuestos en el curso de los dos próximos años. Se dispone ya de conclusiones parciales; las dos fotografías del prototipo muestran el UNI-CAR, nombre dado por los universitarios a este vehículo. El aspecto exterior, quizá poco espectacular, no debe, sin embargo, disimular el hecho de que los investigadores ofrecen algunos detalles de construcción interesantes entre los que se distinguen una forma concebida en función de la aerodinámica y de la protección del peatón, una calandra y un revestimiento del capot de goma espuma y nylon, puertas realizadas en aleación de aluminio. Los asientos delanteros son fijos, sin embargo el tablero de a bordo y el volante son móviles y reglables, los pedales son ajustables; la propulsión corre a cargo de un motor diesel con turbocompresor MAN de inyección directa, con una cilindrada de 2,3 a 2,5 litros y una potencia de 75kW (100CV), colocado en un compartimento protegido acústicamente. La potencia será transmitida a las ruedas mediante una caja de velocidades mecánica de relación continua, asistida por un regulador electrónico del tipo «Transmatic».

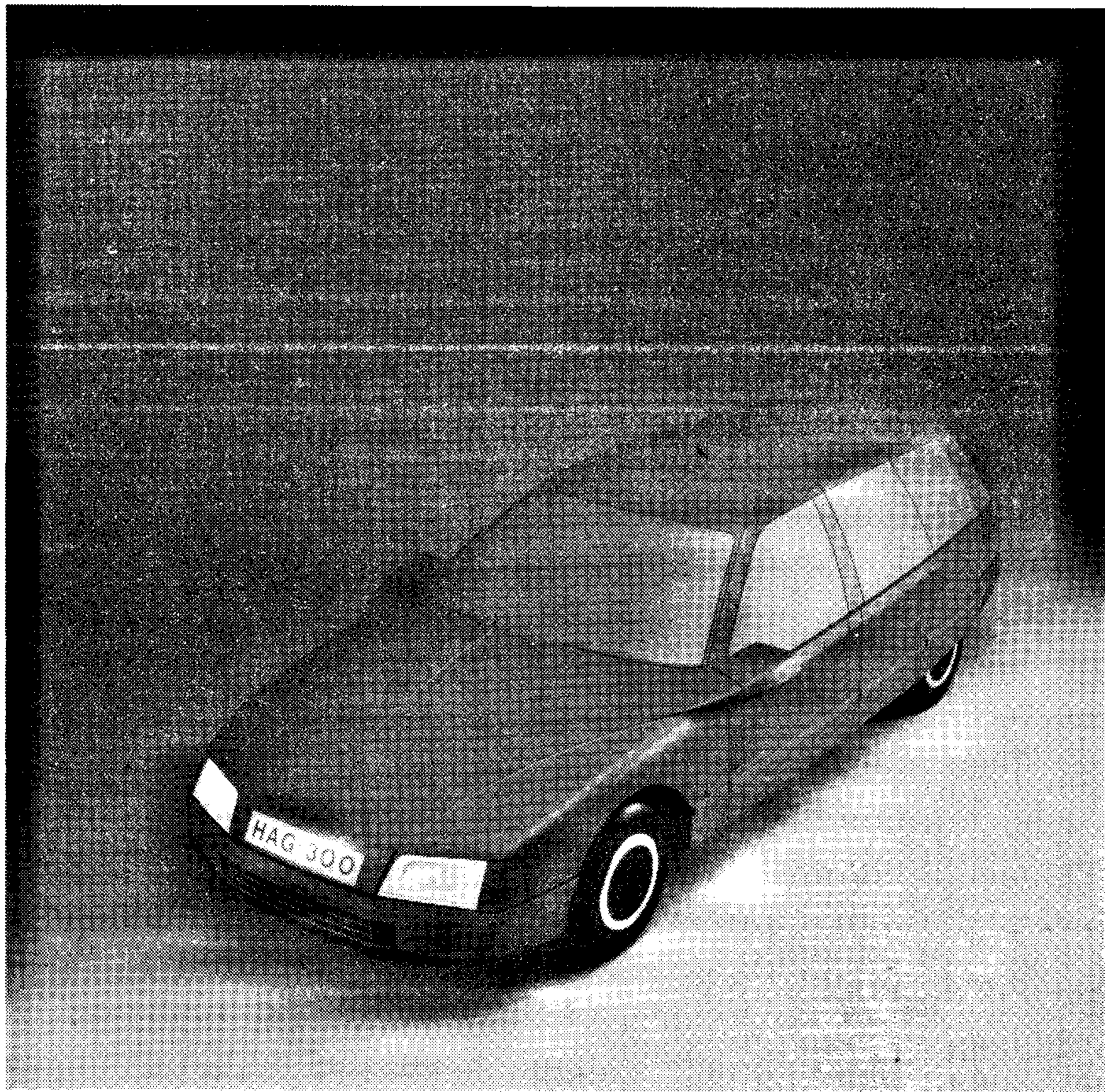
Los diferentes parámetros relativos a las prestaciones y al consumo deberían parecerse a los siguientes: aceleración de 0 a 100 km/h. en 13 ó 15 segundos, velocidad máxima 170 km/h., consumo medio 6,7 l/100 km. Las prescripciones del ministerio federal para esta categoría de vehículos (peso en vacío 1.250 kgs., peso cargado 1.700 kgs.), son de 9,5 l/100 km. (!).

Volkswagen ha votado igualmente en favor del motor diesel para el coche del futuro que se situará en la clase de peso inferior (tipo «Golf»). Resultan curiosas las opiniones de la casa Daimler-Benz, cuando afirma que el «Mercedes del futuro» será propulsado por una turbina de gas cuya potencia será de 110kW. (150CV) y un consumo de 8,3 a 10,1 l/100 km. Cualquiera que sea la solución, todos los automovilistas esperamos los próximos resultados impacientemente.

10



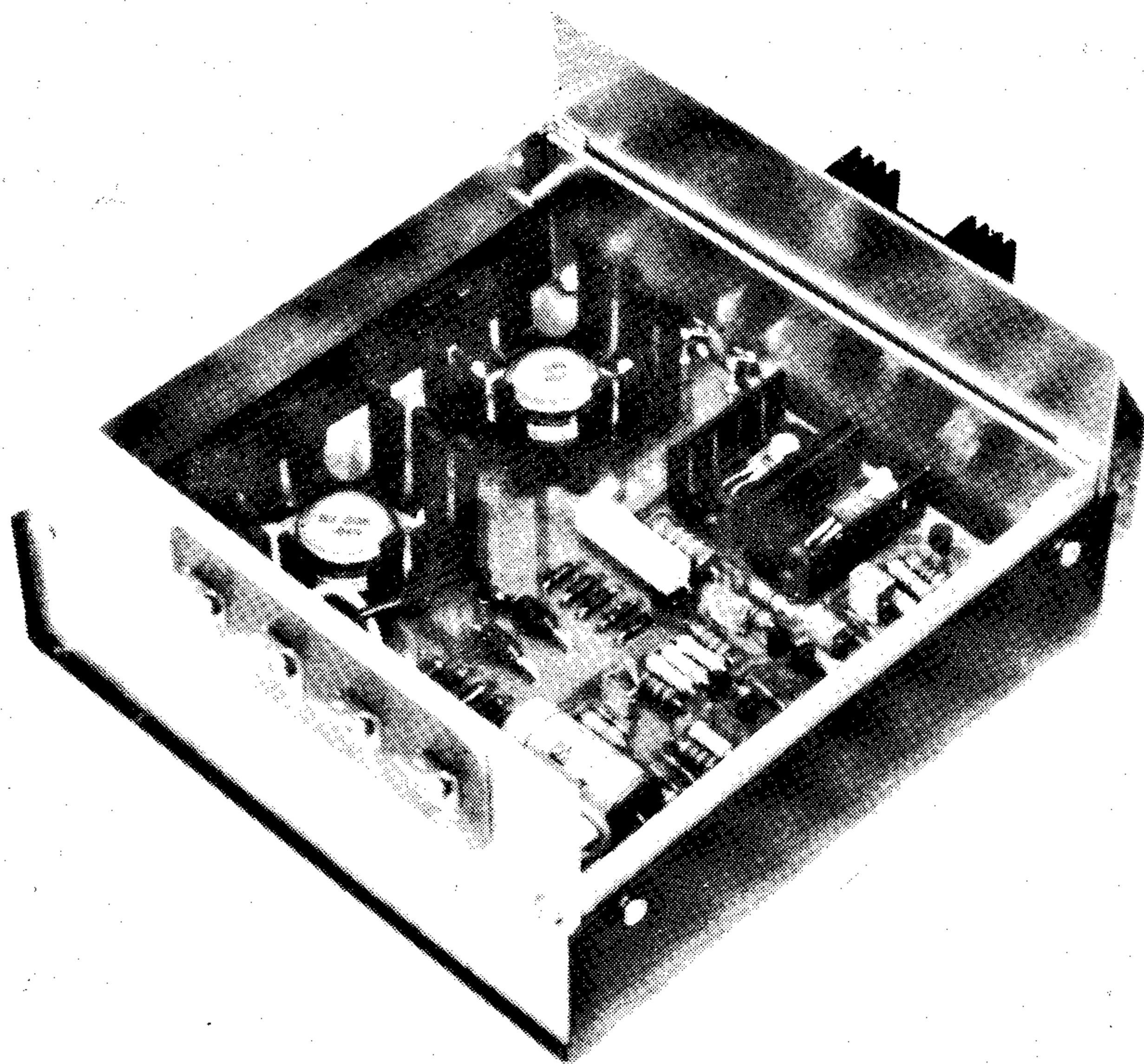
**Figura 10.** En el hidrobús, la energía de frenado es almacenada en los depósitos de gas aneox; la conversión se efectúa mediante un sistema hidráulico (de ahí su denominación). Este es un dispositivo explotable en un coche de turismo, como lo ha demostrado un prototipo realizado por la firma francesa, utilizando un Renault 5. (Fuente: MAN.)



**Fotografías 1 y 2.** Modelo de coche concebido por un grupo de estudiantes universitarios bajo el patrocinio del Ministerio de Investigación y tecnología de Alemania Federal. Por otra parte la línea aerodinámica del vehículo (factor de penetración = 0,29), muestra una preocupación por la seguridad de los peatones al cubrir el exterior con revestimientos de gomaespuma y nylon, además de evitar formas angulosas que simultáneamente contribuyen a conseguir un mejor aislamiento acústico. Un detalle interesante lo compone el retrovisor que en este caso se encuentra integrado en la carrocería, a fin de mejorar el factor de penetración. (Fuente: Hochschul-Arbeitsgemeinschaft.)



Fotografía 1. Prototipo del encendido electrónico transistorizado de Elektor.



CONSULTAR ELEKTOR Nº 18  
PAG - 11-20

# encendido electrónico

No todo son aspectos negativos en la crisis energética: se han realizado muchos esfuerzos para mejorar viejos sistemas (para economizar energía claro está). Creemos que esto es exactamente lo que hemos hecho con el antiguo sistema de encendido de los coches. Aunque efectivamente en el comercio se encuentran numerosos sistemas transistorizados o de tiristores, casi todos ellos padecen de diversos inconvenientes. En este artículo se explica la construcción y montaje de un sistema de encendido, que combina las ventajas más notables de todos los sistemas, incluidos los convencionales. Esta «receta», mezclada con algunas ideas personales ha dado como resultado el sistema de encendido transistorizado de Elektor.

Parece a primera vista, que entre los modelos más conocidos de encendidos electrónicos, la versión a tiristores representa la mejor solución posible. Esto es cierto, siempre y cuando se consideren solamente los circuitos más sencillos, sin embargo, es totalmente erróneo cuando se tienen en cuenta todos sus inconvenientes: por ejemplo, la duración de la chispa generada por un tiristor dista mucho de ser la ideal.

En el sistema de encendido electrónico de Elektor, se han tenido en cuenta un gran número de parámetros:

1. La energía de la chispa debe ser independiente, de la velocidad del motor y del ángulo de cierre del ruptor.
2. El «rebote» de los contactos del ruptor no deben afectar al funcionamiento del sistema.
3. La alta tensión generada debe ser como mínimo igual a la del sistema de encendido con tiristor, aun cuando la bobina sea del tipo estandar.
4. No debe circular ninguna corriente por la bobina, aunque el coche esté parado y los contactos del ruptor (platinos) estén cerrados.

La importancia de estas especificaciones resultará evidente para la mayoría de los lectores, aunque los puntos más delicados sean poco conocidos.

En la figura 1 se muestra un sistema de encendido convencional (no electrónico). El cierre de los contactos del ruptor se controla mediante el árbol de distribución. Cuando se abren los contactos del ruptor, la corriente que circula por el arrollamiento primario de la bobina (PV) queda interrumpida, con lo cual se induce una tensión muy elevada en el arrollamiento secundario (SW) produciéndose la chispa. Para explicarlo más en detalle: cuando los contactos en el ruptor se cierran, la corriente que atraviesa el primario de la bobina aumenta de forma exponencial hasta un valor  $I_p$  en un tiempo  $T_1$ , como muestra la curva de la figura 2. El valor de  $I_p$  viene determinado por la resistencia del arrollamiento primario y por la tensión de la batería. La energía de la chispa producida por la apertura del ruptor después del tiempo  $T_1$  será máxima.

La bobina debe estar diseñada para obtener el máximo rendimiento en los regímenes más elevados del motor, es decir, el ángulo de cierre del ruptor deberá poderse ajustar de manera que la bobina quede totalmente cargada cuando el motor alcance el valor máximo de rpm.

Aquí se presenta un grave problema. Si el ángulo de cierre del ruptor disminuye, la tensión primaria no podrá alcanzar su valor máximo a velocidades elevadas, lo cual significa una disminución de la alta tensión, y por consecuencia de la energía de la chispa. Este hecho constituye por sí mismo un motivo suficientemente poderoso, como para estudiar un sistema de encendido electrónico independiente del ángulo de apertura y de la velocidad del motor. Sin embargo, a pesar de que lo ideal sería eliminar el ruptor, nuestro sistema sigue utilizando los contactos de los platinos. Su principal inconveniente reside en que la erosión producida por la alta corriente que atraviesa este contacto modifica el ángulo de apertura. Este problema queda ampliamente reducido con el empleo de sistemas electrónicos.



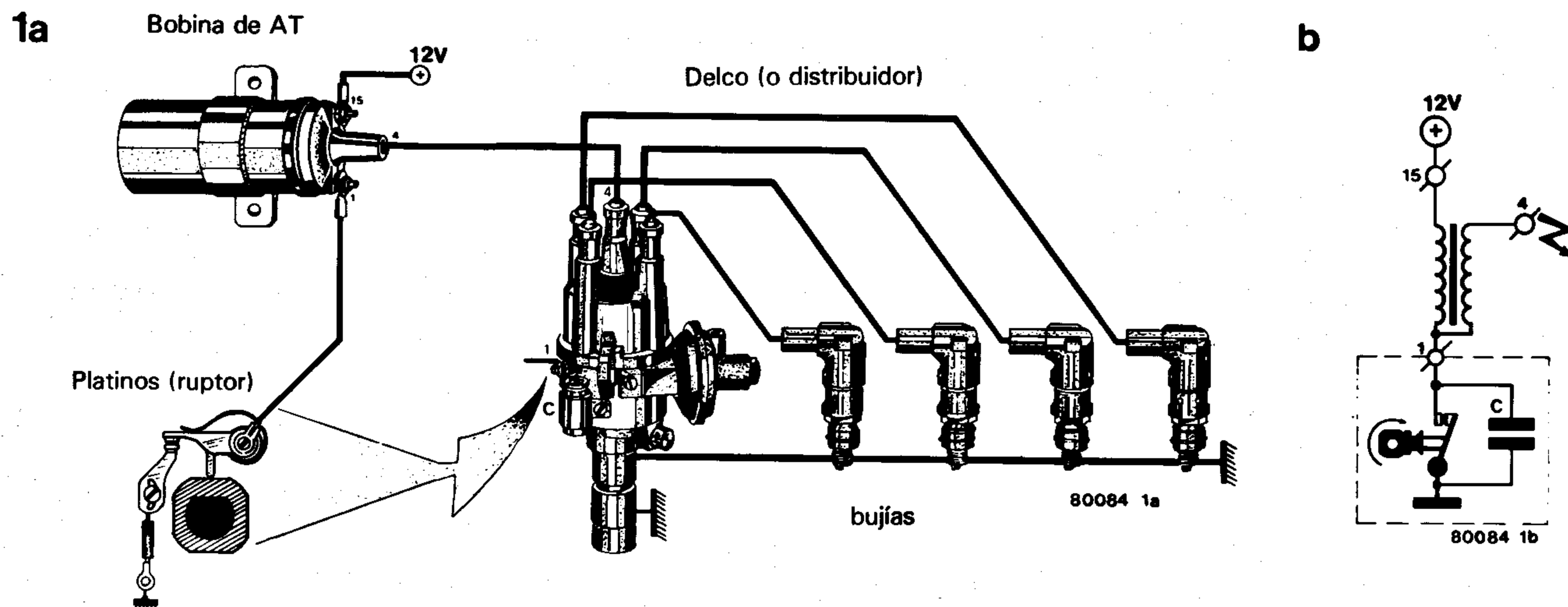


Figura 1. Sistema de encendido convencional utilizado en los motores de gasolina.

Sin embargo no se trata de la solución ideal, puesto que el desgaste mecánico y la degradación del resorte (responsable de los rebotes) siguen siendo las mismas. (En el sistema que se describe en este artículo, dicho sea de paso, el problema de los rebotes queda totalmente eliminado.) Todos estos inconvenientes desaparecen cuando se sustituyen los platinos por un sistema óptico, o inductivo. A pesar de todo, el mantenimiento del sistema convencional de platinos presenta la ventaja de poder restituir fácil y rápidamente el sistema de encendido original del vehículo tan sólo cambiando de posición un interruptor.

Existe otro problema que conviene considerar: todo aumento de la resistencia en el arrollamiento primario de la bobina tiene un efecto nefasto sobre la alta tensión generada, y por tanto sobre la energía de la chispa. Esto significa que cualquier interruptor electrónico, conectado en serie con el primario de la bobina debe presentar muy baja resistencia (para no modificar los parámetros de la bobina). Teóricamente, esto no debería ser un problema, sin embargo, en la práctica es preciso tener en cuenta las limitaciones tecnológicas de los componentes. El transistor de conmutación utilizado deberá incluir un circuito de protección contra las tensiones transitorias y desafortunadamente, estos circuitos de protección introducen una atenuación considerable. En el encendido electrónico presentado por ELEKTOR, se han tomado las medidas necesarias para que esta atenuación no intervenga más que si se alcanzan los límites de tensión del transistor de conmutación.

La alta tensión no depende únicamente de la resistencia del primario de la bobina, el valor de la corriente y la velocidad de conmutación ejercen igualmente una gran influencia sobre la descarga de alta tensión. Si se quieren obtener tensiones superiores a lo normal mediante un circuito de encendido electrónico transistorizado, es evidente que será preciso modificar algunos de los parámetros anteriormente citados. Un aumento de la tensión obtenida en el arrollamiento primario, exigiría el empleo de una bobina especial con una resistencia en el primario ( $R_p$ ) mucho más reducida, y por consiguiente, una disminución de la

2

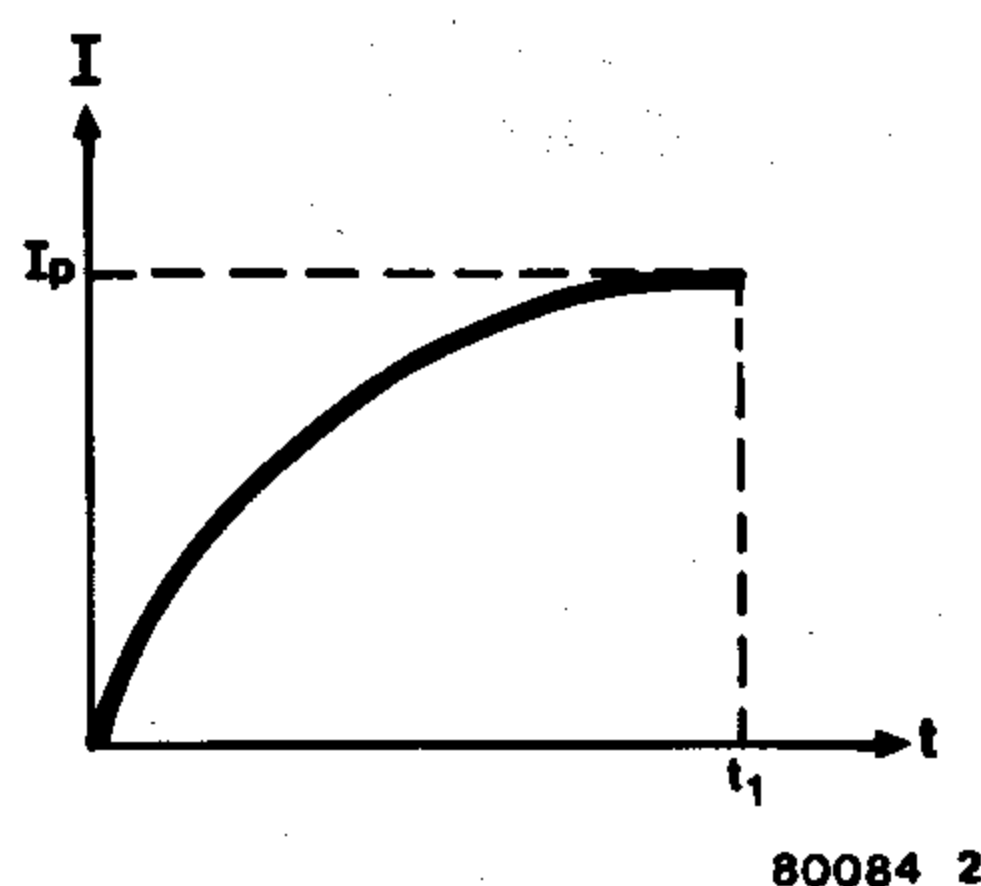


Figura 2. Como indica la figura, es preciso un cierto tiempo para que la corriente que circula por el primario de la bobina alcance su punto máximo.

auto-inducción ( $L_p$ ). Esto último obedece a la necesidad de mantener el tiempo de carga (que viene determinado por la relación  $L_p/R_p$ ) a un valor constante. Obviamente estas modificaciones suponen un gasto adicional, por tanto una solución más sencilla y barata sería actuar sobre el segundo de los parámetros: la velocidad de conmutación. Como se dijo, el hecho de reducir el tiempo de Conmutación provoca un aumento de la tensión inducida en el secundario de la bobina. Esto es totalmente factible sin necesidad de modificar el sistema de encendido del vehículo, puesto que sólo es necesario sustituir el conmutador mecánico (los platinos) por otro electrónico (por ejemplo, un transistor de conmutación). Este sistema no sólo precisa que el transistor utilizado posea una gran velocidad de conmutación sino que, además, es necesario un oscilador maestro «inteligente». Pero más adelante volveremos sobre este tema. Por otra parte una conmutación rápida evita el riesgo de descargas disruptivas en el distribuidor, ya que este fenómeno únicamente se produce cuando el aire está ionizado (para lo cual se precisa un cierto período de tiempo). Cuanto más rápido se alcance la tensión de cresta (AT), menor será el riesgo de provocar la ionización del aire.

Sin embargo, no son sólo la tensión y

energía de la chispa los únicos parámetros que influyen en el encendido; es preciso tener también en cuenta la duración de la descarga. Es sabido que la alta tensión producida en el secundario de la bobina, determina la aparición de la chispa, y que la energía (la corriente) de la chispa determinará la temperatura de la misma, pero es preciso que esta temperatura sea suficientemente elevada como para inflamar la mezcla de gas a presión que se encuentra en el interior de los cilindros. Por tanto, la descarga debe mantenerse un cierto tiempo para garantizar la explosión de la mezcla. Esto es debido a que la mezcla de vapor de gasolina y aire no siempre es homogénea, lo cual dificulta en gran medida el mantenimiento de la chispa (los motores modernos están diseñados para entregar un buen rendimiento, aun con mezclas cuyo contenido en gasolina sea reducido). Para que se produzca la combustión total de la mezcla gaseosa, es preciso que la chispa se mantenga al menos durante un milisegundo. Una duración superior sería un despilfarro de energía.

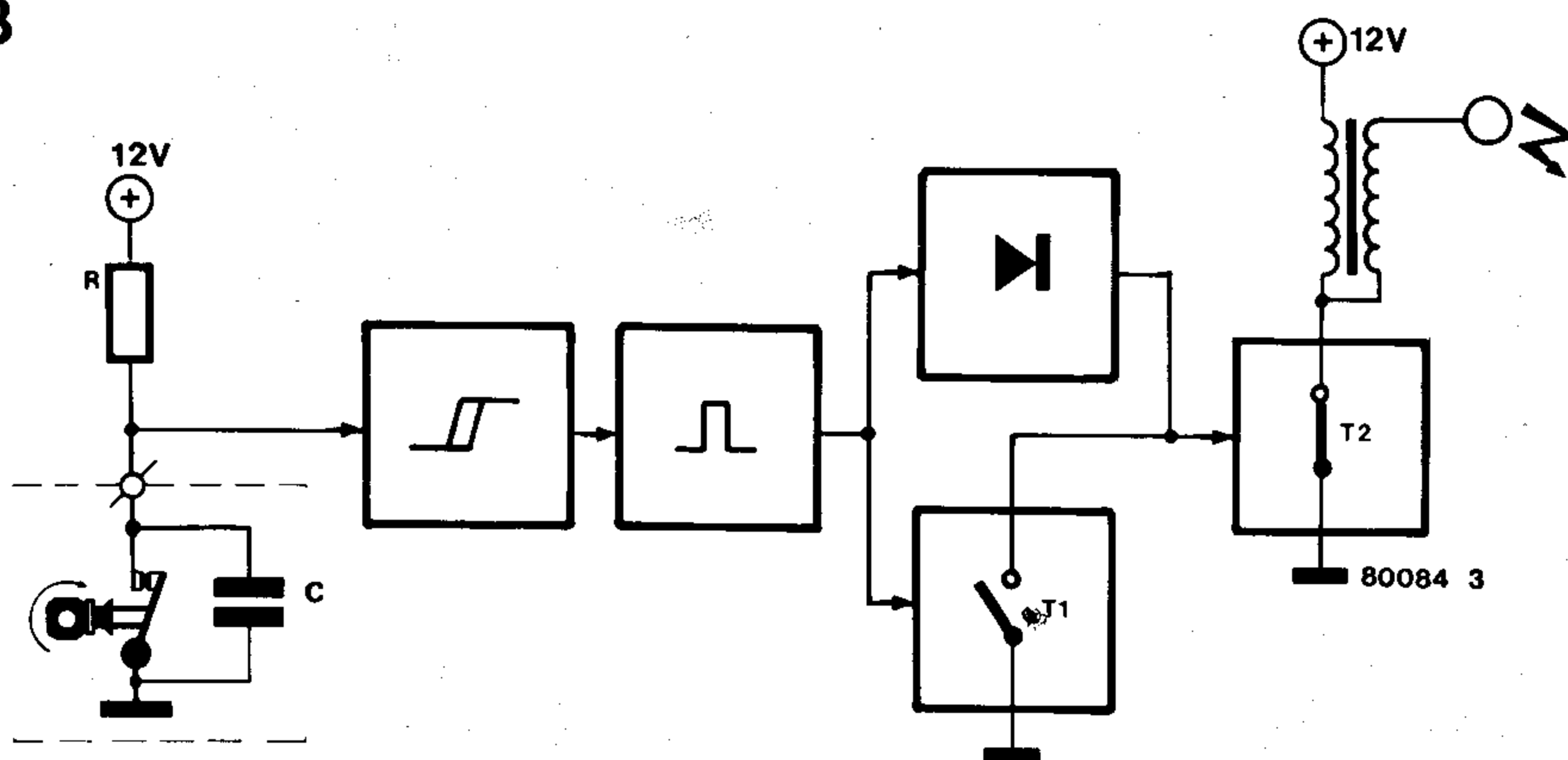
En un sistema de encendido convencional, si no se corta el encendido y los platinos han quedado cerrados, circula por el primario de la bobina una corriente considerable. Esta situación de anomalía, puede hacer aumentar la temperatura de la bobina por encima del límite permisible. Por tanto, nuestro sistema de encendido electrónico, debe estar diseñado de forma que ninguna corriente pueda circular por el primario de la bobina (a motor parado) aun cuando la llave de contacto esté cerrada. Más adelante veremos cómo se han resuelto estos problemas en el prototipo de Elektor.

## Esquema sinóptico

Como puede verse en la figura 3, el condensador C conectado en paralelo con los contactos del ruptor permanece también en nuestro encendido electrónico. A pesar de la reducción de la corriente que atraviesa el ruptor cerrado, gracias a la resistencia R, puede producirse una cierta ionización del aire en el momento de la apertura de los platinos. La misión del condensador es pre-



3



**Figura 3.** El encendido electrónico de Elektor se compone de: un disparador Schmitt, un monoestable, un oscilador (T1) y una etapa de salida (T2). La corriente de control para la etapa de salida se obtiene rectificando los impulsos del monoestable. Esto impide que por la bobina pase corriente cuando el motor está apagado.

## Lista de componentes

## Resistencias:

- R1 = 47  $\Omega$ /5W
- R2 = 82 $\Omega$
- R3 = 22 k
- R4 = 39 k
- R5, R7, R11 = 3,3 k
- R6, R12 = 47 k
- R8 = 2,2 k
- R9 = 15 k
- R10 = 6,8 k
- R13, R15 = 100  $\Omega$
- R14, R18 = 220  $\Omega$
- R16 = 1,5 M
- R17 = 470  $\Omega$
- R19 = 1  $\Omega$ /2W
- R20 = 8,2  $\Omega$ /25 W
- R21, R22 = 0,18  $\Omega$ /2W

## Condensadores:

- C1 = 100 nF
- C2, C6 = 68 pF
- C3 = 33 pF
- C4 = 470  $\mu$ F/25 V
- C5 = 47 nF
- C7 = 220 nF
- C8 = 470 nF

## Semiconductores:

- D1 ... D6 = 1N4148
- D7, D8 = 1N5406
- D9 ... D18 = zener 200V/400mW
- T1, T3 = BC547B
- T2, T4 = BC557B
- T5 = BD131
- T6 = BC516
- T7 = BD242A
- T8, T9 = BU208A

## Varios:

- Radiador para T8 y T9
- Radiador para T5 y T7
- Hilo flexible para conexiones de 2,5 mm.<sup>2</sup>
- Caja metálica estanca

cisamente evitar este fenómeno, además de proporcionar una mayor regularidad en el encendido.

La combinación del condensador C y la resistencia R, forman una red RC que provoca un retraso en el tiempo de subida del impulso de disparo, pero este problema se resuelve fácilmente con la ayuda de un «disparador (trigger) Schmitt». Esta medida permite a la vez evitar los falsos encendidos debidos a pequeñas variaciones de tensión en los bornes del ruptor; el disparador (trigger) únicamente producirá el impulso de disparo si los contactos están definitivamente abiertos (o cerrados). A continuación del disparador Schmitt se encuentra un monoestable (no rearmable), cuya misión es la de evitar los encendidos repetitivos durante su pseudo-período, generando un impulso de disparo de duración independiente del ángulo de cierre del ruptor. El pseudo-período del monoestable se ha calculado de modo que para una velocidad máxima de 6.000 rpm. en un motor de cuatro cilindros, todavía quede tiempo suficiente para cargar la bobina y por tanto para producir la alta tensión adecuada. Los impulsos de salida del monoestable se aplican al oscilador principal y a conti-

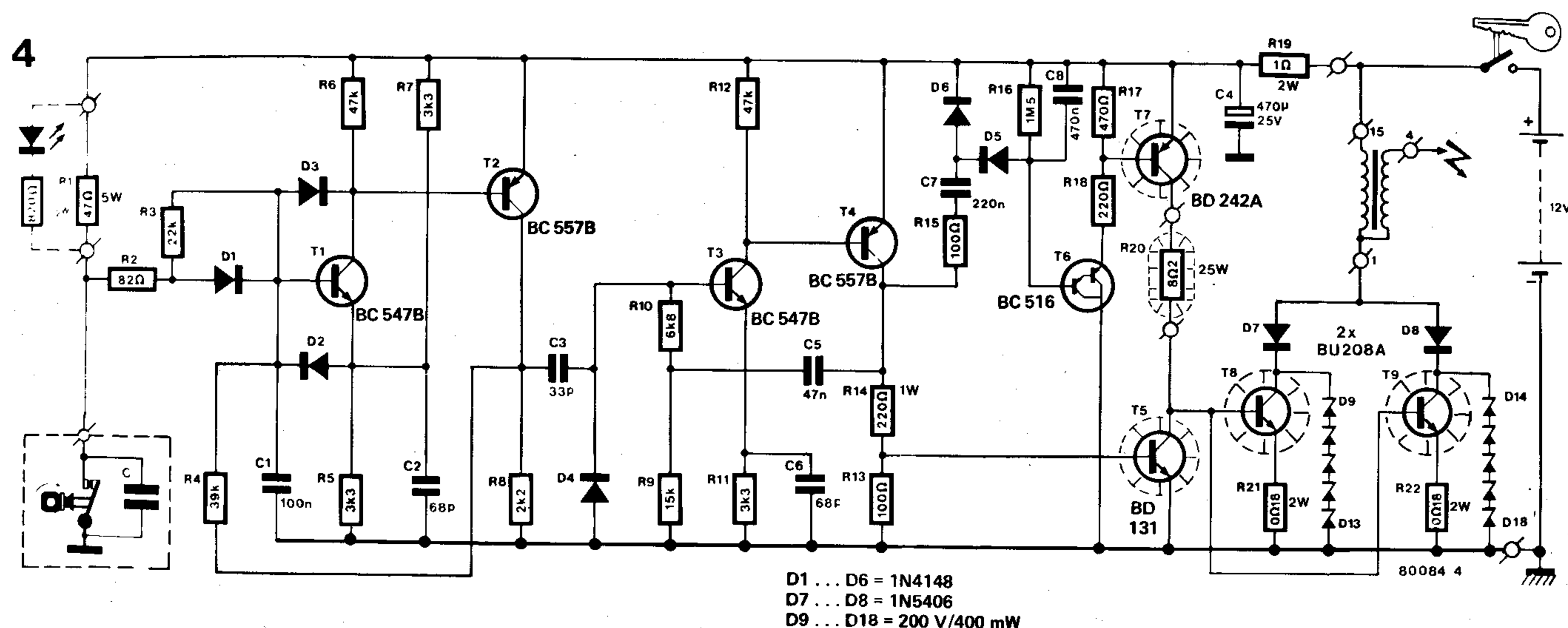
nuación se rectifican. El oscilador principal provoca, a intervalos regulares, la interrupción de corriente en el primario de la bobina (conectándola a masa). La salida del rectificador alimenta al primario de la bobina a través de la etapa de salida. Esto sólo es posible cuando el trigger genera impulsos; en otras palabras, cuando el motor está en marcha.

## El esquema

Como puede verse en la figura 4 el esquema electrónico de nuestro prototipo, es algo más complejo que los encendidos convencionales. ¿Cómo funciona y cuáles son los problemas técnicos resueltos para cumplir las especificaciones exigidas en un principio? Para responder a estas cuestiones, lo más razonable será comenzar por el principio, es decir, por la parte izquierda del circuito.

La función del ruptor (recuadrado con línea de trazos en la figura 4) es informar al circuito del momento en que se debe generar la chispa (totalmente opuesto a su función primitiva de interruptor de potencia). El valor de la resistencia R1 ha sido calculado para li-

4



D1 ... D6 = 1N4148  
D7 ... D8 = 1N5406  
D9 ... D18 = 200 V/400 mW

**Figura 4.** El circuito electrónico de encendido transistorizado, es algo más complejo que los convencionales de tiristor, ya que responde a todas las especificaciones de un sistema electrónico moderno.



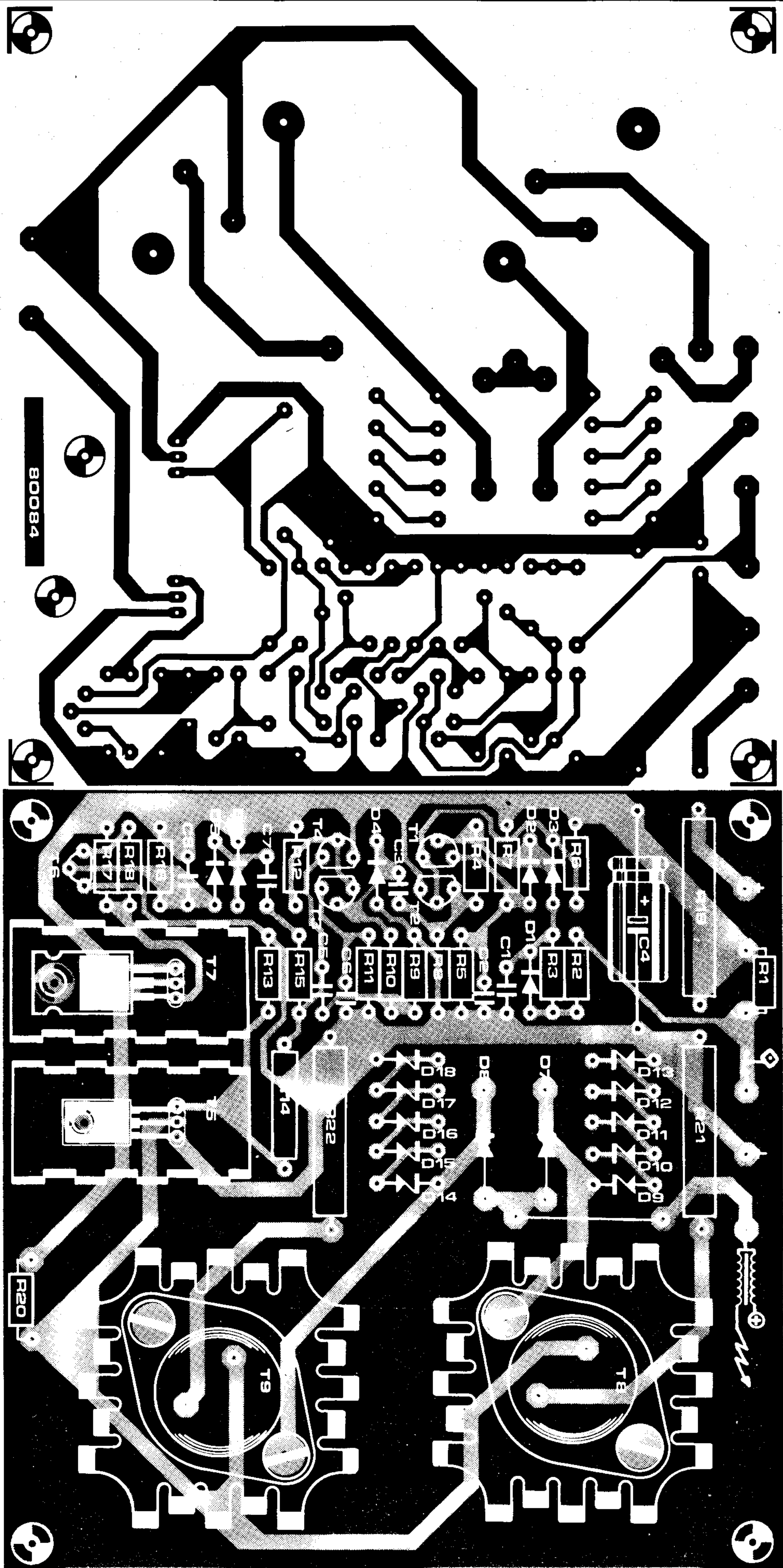
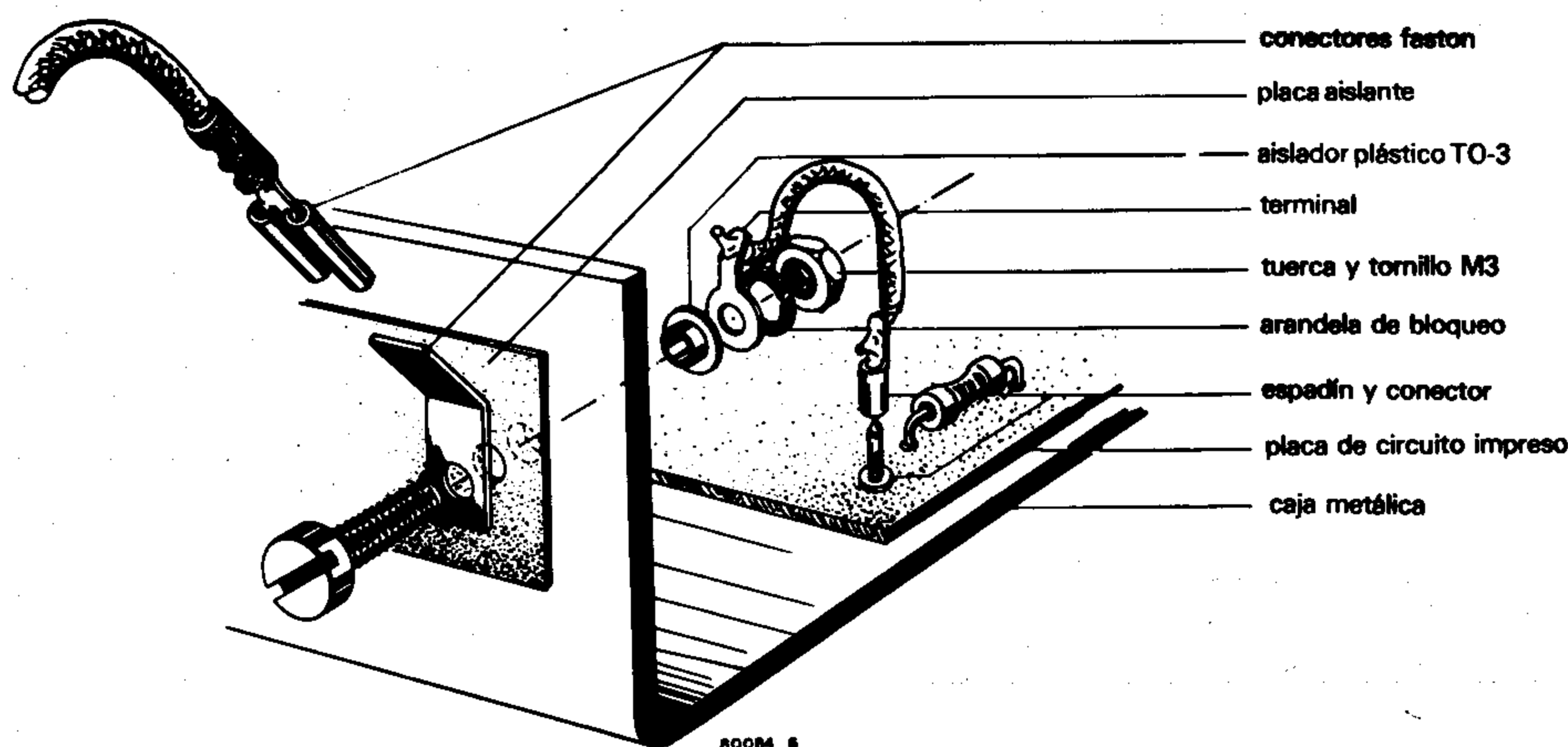


Figura 5. Circuito impreso y disposición de componentes para el encendido electrónico. Los ocho puntos de conexión quedan perfectamente indicados con ayuda de símbolos.



6



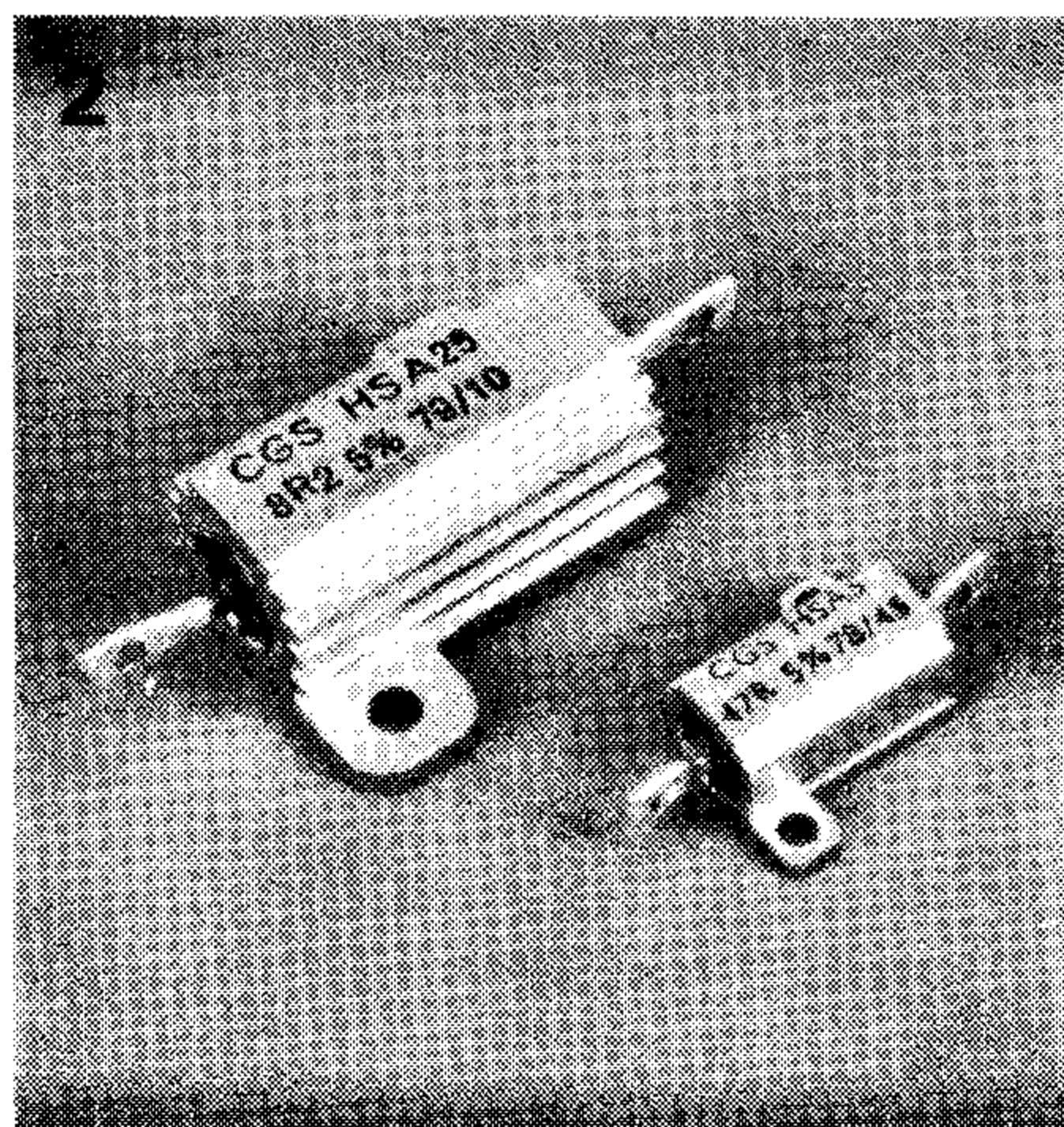
**Figura 6.** Este dibujo detallado muestra como montar los conectores (terminales faston) sobre la caja metálica. La placa aislante impide que los terminales hagan contacto con la caja metálica. Se podrán utilizar como arandelas plásticas las empleadas en los transistores de potencia con encapsulado TO-3.

mitar la corriente que atraviesa el ruptor a 250 mA. Por una parte, este valor limita el desgaste producido por la ionización del aire entre los contactos, y por otra impide que el polvo depositado en la superficie de los contactos forme una capa aislante.

Los impulsos de disparo producidos por los contactos, son acondicionados por el trigger Schmitt (formado por T1 y T2), con lo cual se asegura una cronología de encendido mucho más precisa.

Los niveles de conmutación del disparador Schmitt son 2,2V y 7,4V, con una tensión de batería de 12V. Los impulsos del trigger comienzan por tanto, cuando la tensión en bornas del ruptor alcanza exactamente 7,4V, y terminan cuando la tensión cae por debajo de 2,2V. La diferencia entre estos niveles de conmutación recibe el nombre de *histéresis*. Con este tratamiento de la señal de entrada se evitan los ruidos residuales, que podrían perturbar el funcionamiento del sistema. El disparador está diseñado de modo que reaccione rápidamente ante transitorios positivos (apertura del ruptor), y proporcione una respuesta retardada ante pendientes negativas (cuando se cierra el ruptor). Este resultado se obtiene gracias a la combinación de R2, R3, C1 y D1 (D1 selecciona la constante de tiempo corta y larga). Una constante de tiempo reducida favorece el encendido, mientras que las constantes de mayor duración suprimen el rebote de los contactos.

A continuación del disparador Schmitt se encuentra un monoestable (no rearmable) formado por T3 y T4 que genera un tren de impulsos de período fijo, independiente del ángulo de cierre del ruptor. Inicialmente T3 y T4 permanecen bloqueados hasta que en la base de T3 aparece un impulso positivo en cuyo momento empiezan a conducir. La tensión en el colector de T4 realimenta a la base de T3, a través de C5 y R10. El monoestable queda en conducción hasta que C5 se carga a través de R9. Con los valores escogidos para C5 y R9, el período del monoestable es de aproximadamente 2 milisegundos. Durante este tiempo, la energía



**Fotografía 2.** Las resistencias R1 y R20 son modelos especiales de potencia provistas de puntos de anclaje para fijarlas correctamente al chasis, con la ayuda de tuercas y tornillos.

almacenada en la bobina, se convierte enteramente en calor. Los impulsos de salida entregados por el monoestable son rectificados por los diodos D5 y D6, y a través de T6 y T7, se aplican a la base de los transistores T8 y T9 (únicamente cuando el motor está en marcha). Estos transistores se bloquearán tanto más rápido, cuanto antes se eliminan los portadores de carga inyectados en su base. Este fenómeno se produce más eficazmente, cuando la de base se cortocircuita a masa, en lugar de, simplemente, abrir el circuito. Los portadores de carga que quedan aún en movimiento durante el período de bloqueo a causa de la capacidad base-colector, no son capaces de alcanzar la unión del emisor, con lo cual el tiempo de conmutación es mucho más reducido. T5 se encarga de poner a masa la corriente de base. Como se dijo en un principio es necesario que el tiempo de conmutación de la bobina sea lo más corto posible, para así generar una tensión suficientemente elevada. Esto nos obliga a utilizar para T8 y T9 unos

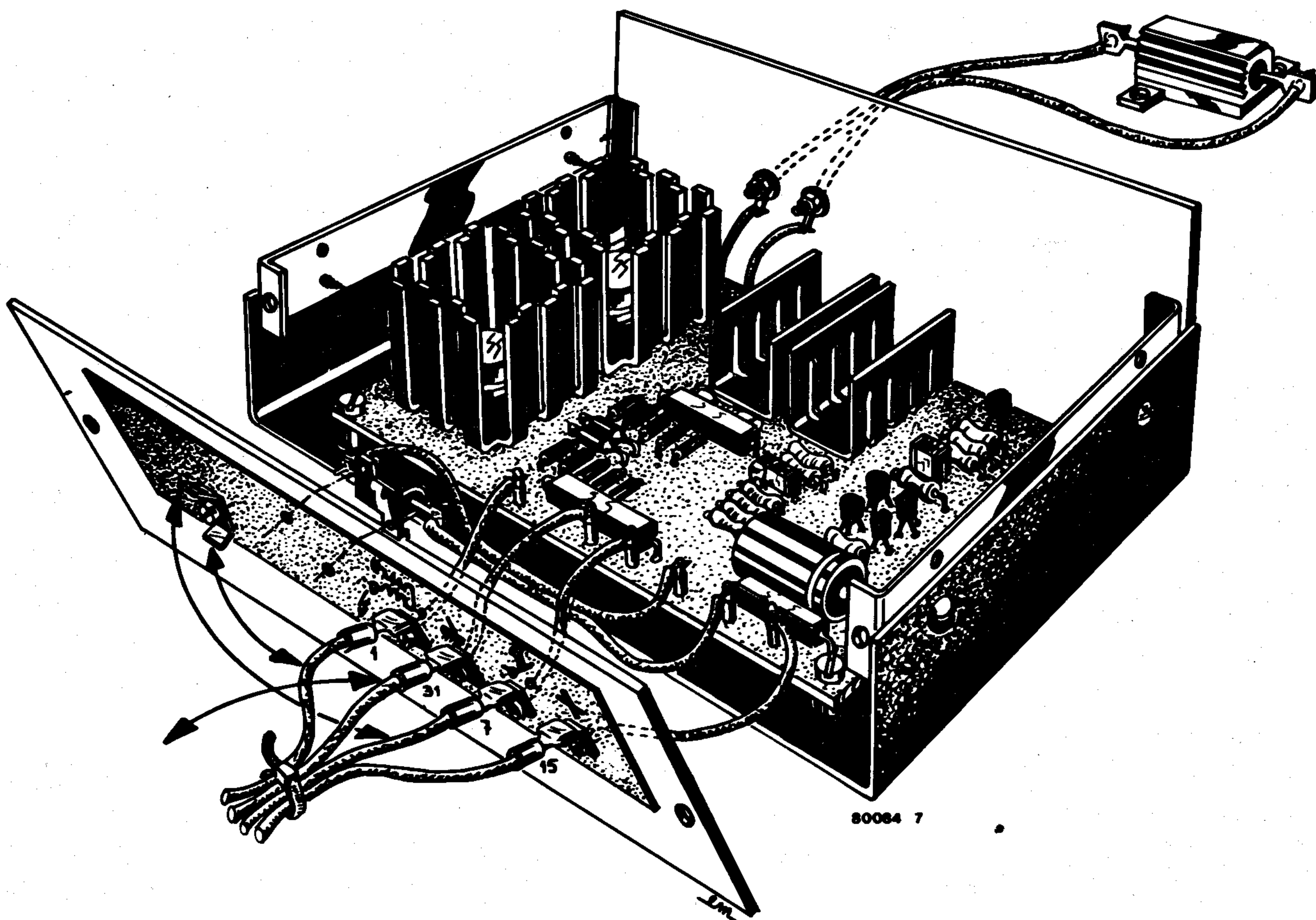
tipos de alta velocidad. Para aumentar la fiabilidad del circuito, estos transistores están protegidos contra las sobretensiones mediante diodos zener. Asimismo y ante la posibilidad de que la tensión del primario se haga negativa, lo cual podría traer fatales consecuencias para T8 y T9, se utilizan los diodos D7 y D8 como protección. ¿Por qué utilizar 2 transistores de conmutación? El BU 208A es relativamente barato y cumple todas las especificaciones técnicas requeridas. Pero, desafortunadamente, este transistor soporta a duras penas la corriente que circula por la bobina. Teniendo en cuenta que el encendido es una de las partes vitales del automóvil, vale más no arriesgarse y utilizar dos transistores de conmutación conectados en paralelo.

## Construcción y ajuste

El montaje de los componentes sobre la placa de circuito impreso (Fig. 5) no debe presentar ningún problema. Las resistencias de potencia R1 y R20 habrán de disipar una cantidad de calor importante, razón por la cual deberán ir montadas sobre el chasis del coche. Los transistores T5, T7, T8 y T9 deben montarse en refrigeradores separados. No conviene colocar arandelas aislantes de mica entre el cuerpo del transistor y los refrigeradores, ya que esto disminuiría el coeficiente de transmisión calórica. La refrigeración de los componentes electrónicos colocados bajo el capot de un vehículo, es ya de por sí un problema, sobre todo en los atascos de los días calurosos. Por lo tanto, se deberán tomar todas las precauciones necesarias respecto a la refrigeración de los transistores de potencia. Es muy aconsejable aplicar entre los transistores y los refrigeradores pasta de silicona termoconductora. Con esta disposición los disipadores están bajo tensión. Conviene por tanto asegurarse de que no hagan contacto con los demás componentes o con la caja metálica. Si alguno de los transistores de potencia (T8 y T9) sufre un desplazamiento sobre el refrigerador podría ocurrir que sus patillas (emisor y base) entraran en contacto con el disipador y por tanto con el colector, lo cual, obviamente, provocaría la detención del motor. Es una buena medida aislar las patillas de los transistores de potencia mediante tubo plástico aislante, además de comprobar que éstos se encuentran sólidamente atornillados al refrigerador.

El circuito del encendido electrónico deberá montarse en una caja metálica a ser posible estanca. Las seis conexiones exteriores se realizarán según el diagrama de la figura 6; si se desea, pueden omitirse los terminales faston y soldar los cables directamente a la placa de circuito impreso (sin embargo, esto es poco aconsejable ya que, caso de tener que desmontar el dispositivo, se hace necesario utilizar un soldador). El cableado deberá hacerse con cable flexible de 2,5 mm.<sup>2</sup> como mínimo. A ser posible, el cable de conexión deberá ser resistente a la gasolina (este tipo de cable se encuentra fácilmente en las tiendas de repuestos de automóviles). El montaje de las dos resistencias de potencia R1 y R20 se hará con especial cuidado. Para evitar fallos en las soldaduras de los cables de conexión de las resistencias de po-





**Figura 7.** Este dibujo será de gran ayuda para resolver toda dificultad en la construcción del encendido electrónico. Las flechas muestran cómo cambiar el encendido electrónico al encendido normal, en caso de avería.

tencia será necesario introducirlos por los orificios que poseen éstas en sus terminales (por supuesto también habrá que soldarlos). Las resistencias de potencia son de un modelo especial (ver fotografía 2), que incluye los sistemas de anclaje para su correcta colocación. El dibujo de la figura 7 muestra claramente las conexiones externas.

Es aconsejable disponer un sistema para que en caso de avería del circuito electrónico, pueda volver a utilizarse el sistema de encendido convencional. Para este propósito se ha previsto un terminal de conexión doble, de forma que si se conectan a ese terminal los cables del raptor y de la bobina entra en funcionamiento el encendido convencional del vehículo. Sin embargo sería también recomendable interrumpir la alimentación de circuito electrónico a la vez que se pasa al encendido convencional. Las flechas dibujadas sobre la figura 7 indican las modificaciones necesarias para pasar de un tipo de encendido a otro. Naturalmente, una segunda solución sería montar dos interruptores en lugar del sistema de terminales. El primero de ellos (de dos circuitos) serviría para desconectar los cables que van al raptor y a la bobina, mientras que el segundo interruptor (de un solo circuito) interrumpiría la alimentación positiva del circuito electrónico. Esta solución presenta una ventaja suplementaria: el segundo interruptor puede utilizarse también como anti-robo. Si el sistema está conectado en la posición «encendido electrónico», y el segundo interruptor está abierto, el coche no arrancará. Como ya se ha dicho anterior-

mente, el condensador colocado en bornas del raptor se conserva en el encendido electrónico, sin embargo su valor debe ser de  $0,1 \mu F$ . La cronología de encendido quedará igual y la separación de los contactos del raptor será la indicada por el fabricante, aunque ahora no es tan crítica.

Para facilitar el ajuste del orden de encendido, se colocará en bornas de R1 un LED en serie con una resistencia de  $820 \Omega / 0,5W$  (representado con línea de trazos en la figura 4). Téngase en cuenta que el diodo posee una polaridad bien definida. El LED se encenderá cuando se cierren los contactos del raptor (contrariamente a lo que sucedería si conectamos una bombilla en paralelo con dichos contactos). Obviamente, un ajuste mediante estroboscopio, es siempre preferible. Las conexiones externas que van hacia la bobina y distribuidor están numeradas en las figura 1a y 7. Una vez terminada la construcción, montado el dispositivo en el vehículo y comprobado su buen funcionamiento, todavía queda por hacer una operación que puede parecer algo desconcertante: desmonte el sistema, y llévelo nuevamente a su laboratorio (¡no se alarme, hay una buena razón para ello!). Como ya habíamos dicho, el interior del capot es un medio extremadamente hostil para un circuito electrónico, por lo tanto será necesario tomar las medidas de protección necesarias si se desea una buena fiabilidad del circuito. Para ello se desmontará la placa del circuito con el fin de darle dos o tres capas de barniz plástico transparente. Esto evitará que la humedad modifique las propiedades del mismo. A continuación, cuan-

do esté seca, se montará nuevamente la placa en la caja, se comprobarán todos los tornillos y si todo está correcto, se instalará en su lugar (bajo el capot). Lógicamente el circuito ha de funcionar perfectamente.

Esta última etapa puede parecer un trabajo superfluo, pero la experiencia nos dice lo contrario. Según la ley de Murphy, si un encendido ha de estropearse, lo hará siempre en el momento más inoportuno, es decir un sábado por la noche a varios kilómetros de la población más próxima y durante la peor tormenta de los últimos diez años.

Algunos coches llevan una resistencia en serie con el primario de la bobina; esta resistencia queda cortocircuitada durante el arranque. Si se monta el encendido electrónico en un vehículo de este tipo no se deberá quitar esta resistencia, so pena de someter a la bobina a un excesivo calentamiento. A parte de la conexión n.º 1 que va hacia la bobina y que en este caso debe estar colocada al otro extremo de la resistencia, las demás conexiones quedan iguales. De esta forma no se eliminará el sistema que cortocircuita la resistencia durante el arranque. Si el vehículo está provisto de cuenta-revoluciones, este último deberá conectarse a la bobina (conexión n.º 1) cuando se utilice el sistema de encendido electrónico...



# indicador de tensión para la batería

El circuito mostrado en la figura 1, utiliza como indicador un diodo electroluminiscente (LED) bicolor. Cuando la tensión de la batería desciende a un cierto nivel (12V por ejemplo), el LED rojo se ilumina, indicando que la carga de la batería es suficiente. El color del diodo va pasando gradualmente de rojo a verde, a medida que aumenta la tensión de la batería. El corazón del circuito es un LM 10(C) de la firma National. Este circuito integrado comprende una fuente de tensión de 200mV (tensión de referencia), conectada interiormente a la entrada no inversora de A1. El circuito formado por A1 y sus componentes asociados trabaja como amplificador diferencial; su ganancia depende del valor de R3. El umbral de tensión superior viene de-

Muchos de nuestros lectores sabrán lo desagradable que resulta encontrarse con la batería descargada. Generalmente, esto se produce cuando se deja el vehículo con las luces encendidas, sin embargo no es ésta la única causa, también puede ser el resultado de una defectuosa instalación eléctrica, que impida a la batería recargarse completamente. La utilidad de un sistema que permita detectar instantáneamente el fallo de la batería está fuera de toda duda. El circuito que se describe en este artículo realiza perfectamente esta función con tan sólo algunos componentes. La indicación es de tipo óptico.

1

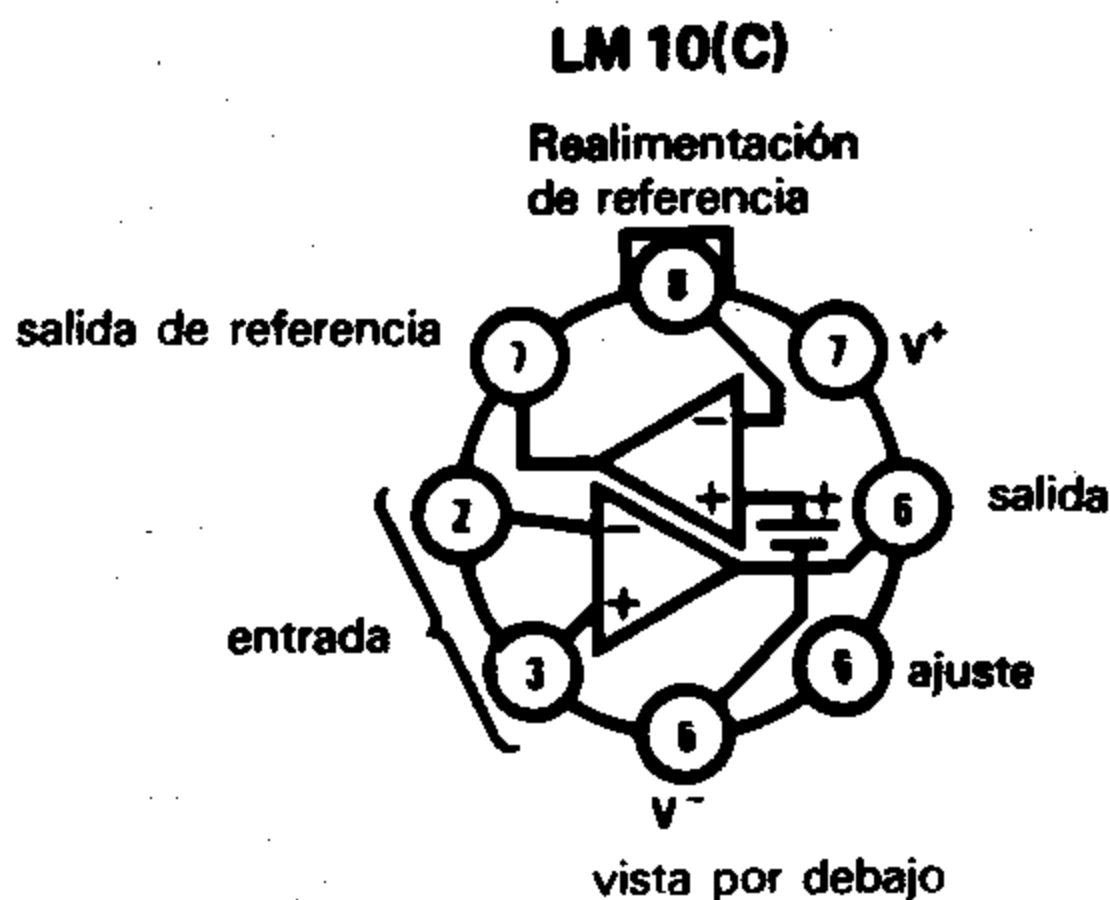
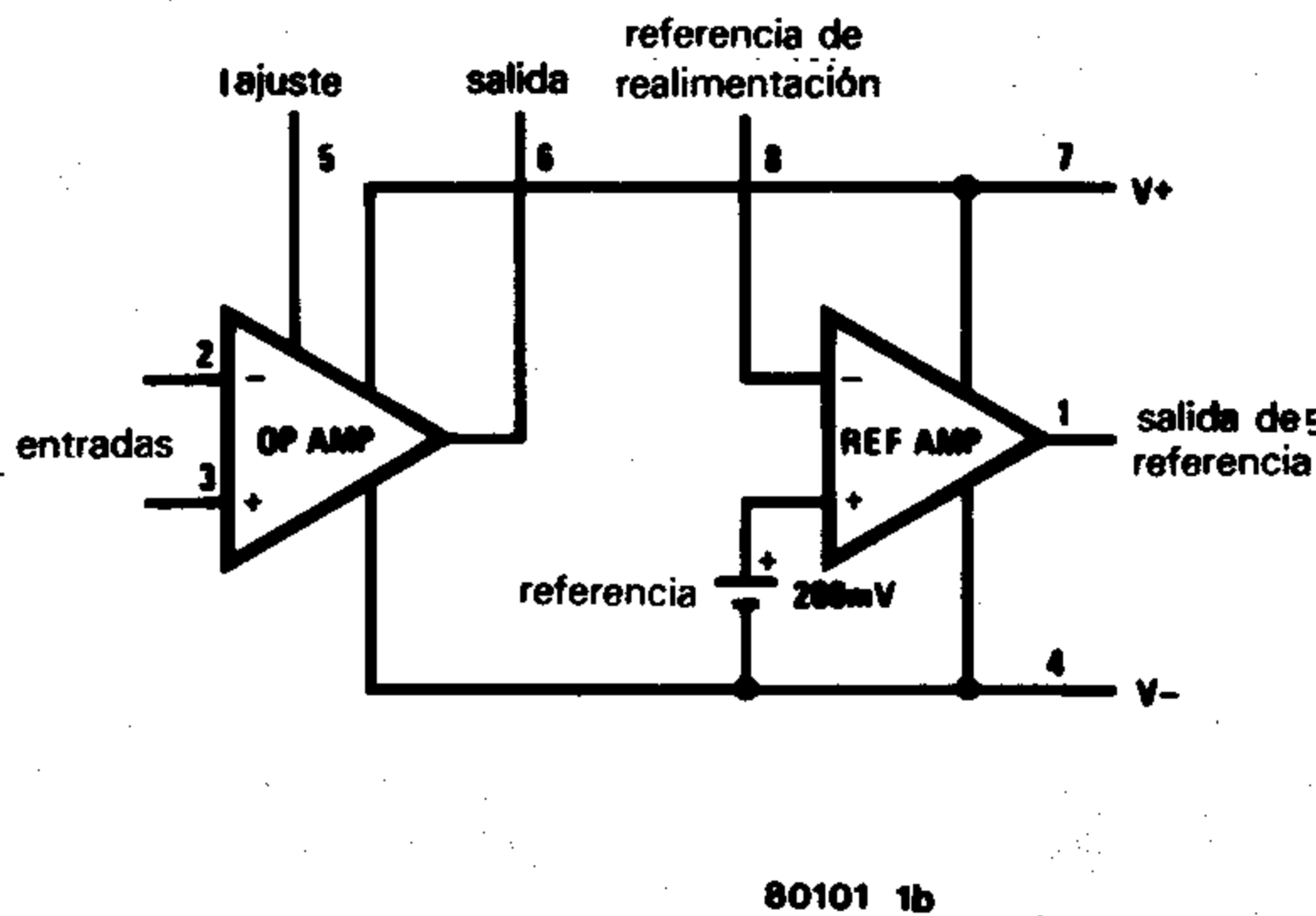
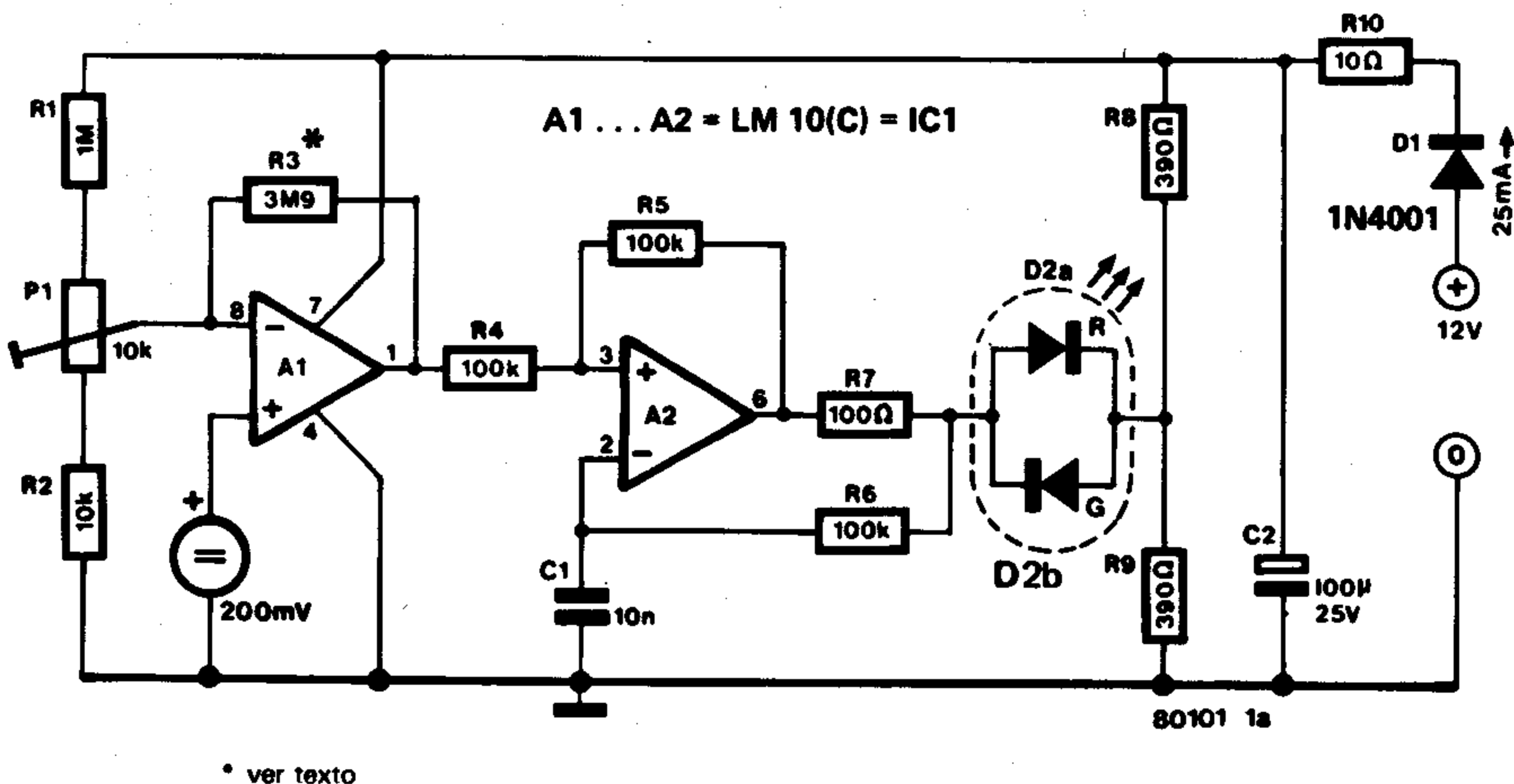


Figura 1. Circuito indicador del estado de la batería. Los amplificadores operacionales A1 y A2, así como la fuente de tensión (referencia) de 200mV, están contenidos en un solo integrado: el LM 10C.



terminado por P1. Una tensión de 14V en este punto (bornes de C2) es perfectamente normal. Cuando el voltaje de la batería iguala o supera esta tensión, la salida de A1 toma el valor 0V. A medida que disminuye la tensión de la batería, la salida de A1 aumenta hasta alcanzar el valor de la tensión de alimentación. R3 determina la gama de variación de tensión a la salida de A1, entre 0 y + V de alimentación. Con el valor escogido para R3, la salida de A1 será igual a la tensión de alimentación cuando la tensión de la batería caiga aproximadamente 2V (es decir, cuando el voltaje de ésta alcance los 12V).

Si la tensión en bornes de la batería oscila entre 12 y 14 voltios, la salida de A1 tomará

el valor correspondiente entre + V de alimentación y 0V. A1 controla el oscilador formado en torno a A2. La salida de A1 varía la amplitud del ciclo de la onda cuadrada generada por A2. En los límites prefijados (12V y 14V) para el control de la batería, la salida de A1 variará igualmente entre 12 y 0V. Cuando esto suceda (salida de A1 igual a 0V ó 12V) el oscilador se detendrá, y el LED tomará un solo color, rojo o verde, dependiendo del estado de la batería.

La figura 2, muestra la curva de variación de tensión, en función de su carga. Cuando el motor del coche está en funcionamiento, la batería se carga conforme a la curva A. El diodo verde se enciende cuando la

batería alcanza una carga mayor o igual que 70 por 100 de su capacidad total. Lo que ocurre durante el período de descarga, queda evidenciado en el gráfico de la figura 2 (es decir, para una carga inferior al 70 por 100 se enciende el diodo rojo).

Una vez montada la placa, no habrá dificultades para fijarla tras el panel de mandos. Para reducir el precio del montaje, se podrán utilizar dos LEDs normales, en lugar de uno bicolor (bastante más caro). ■

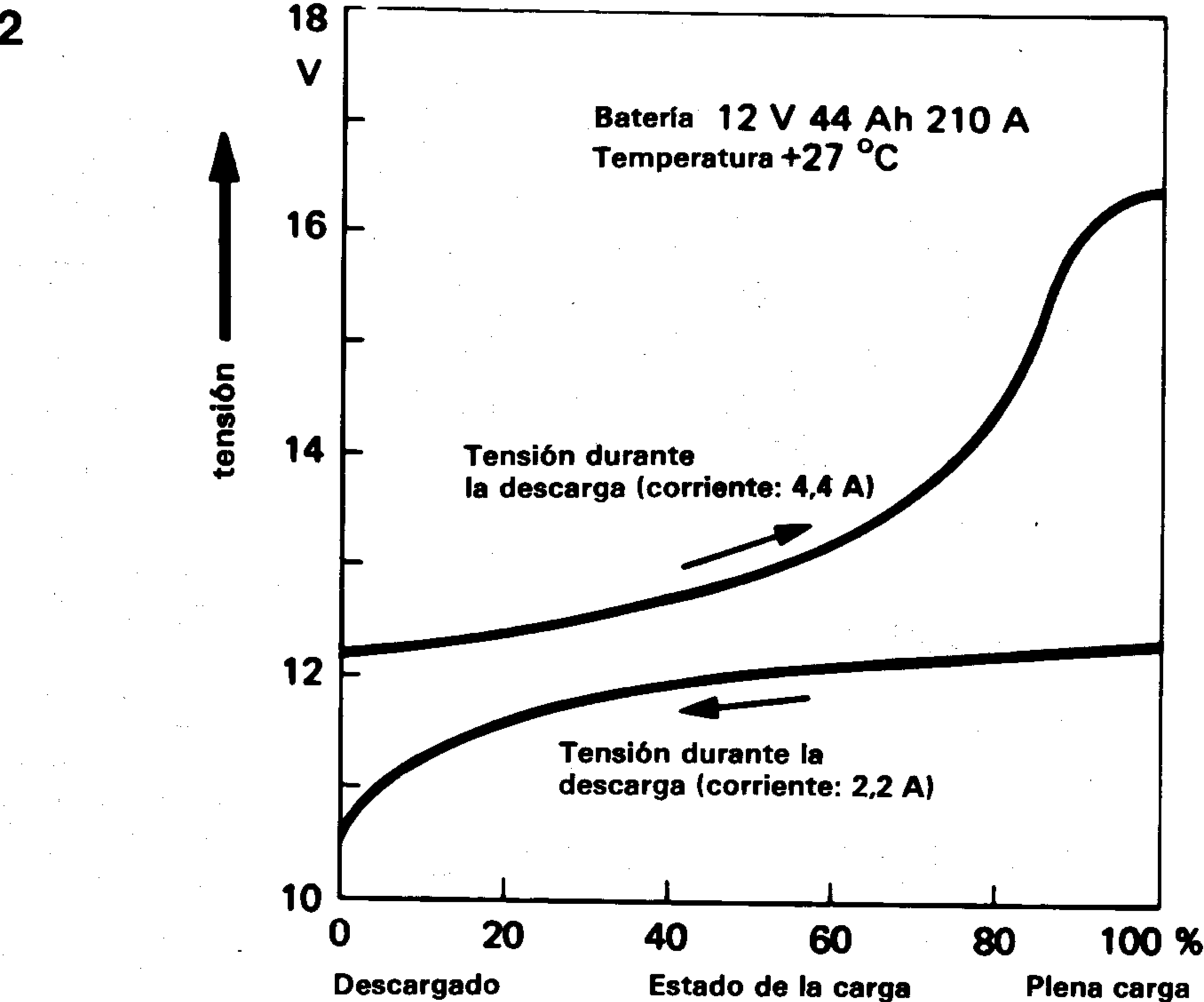


Figura 2. Tensión en bornes de una batería, en función de su carga. La curva «A» corresponde al período de carga y la curva «B» al de descarga.

3

Lista de componentes

Resistencias:

- R1 = 1 M
- R2 = 10 k
- R3 = 3M9
- R4,R5,R6 = 100 k
- R7 = 100  $\Omega$
- R8,R9 = 390  $\Omega$
- R10 = 10  $\Omega$
- P1 = 10 k ajustable

Condensadores

- C1 = 10 n
- C2 = 100  $\mu$ /25 V

Semiconductores

- A1,A2 = LM 10(C)
- D1 = 1N4001
- D2 = diodo LED bicolor (o dos normales)

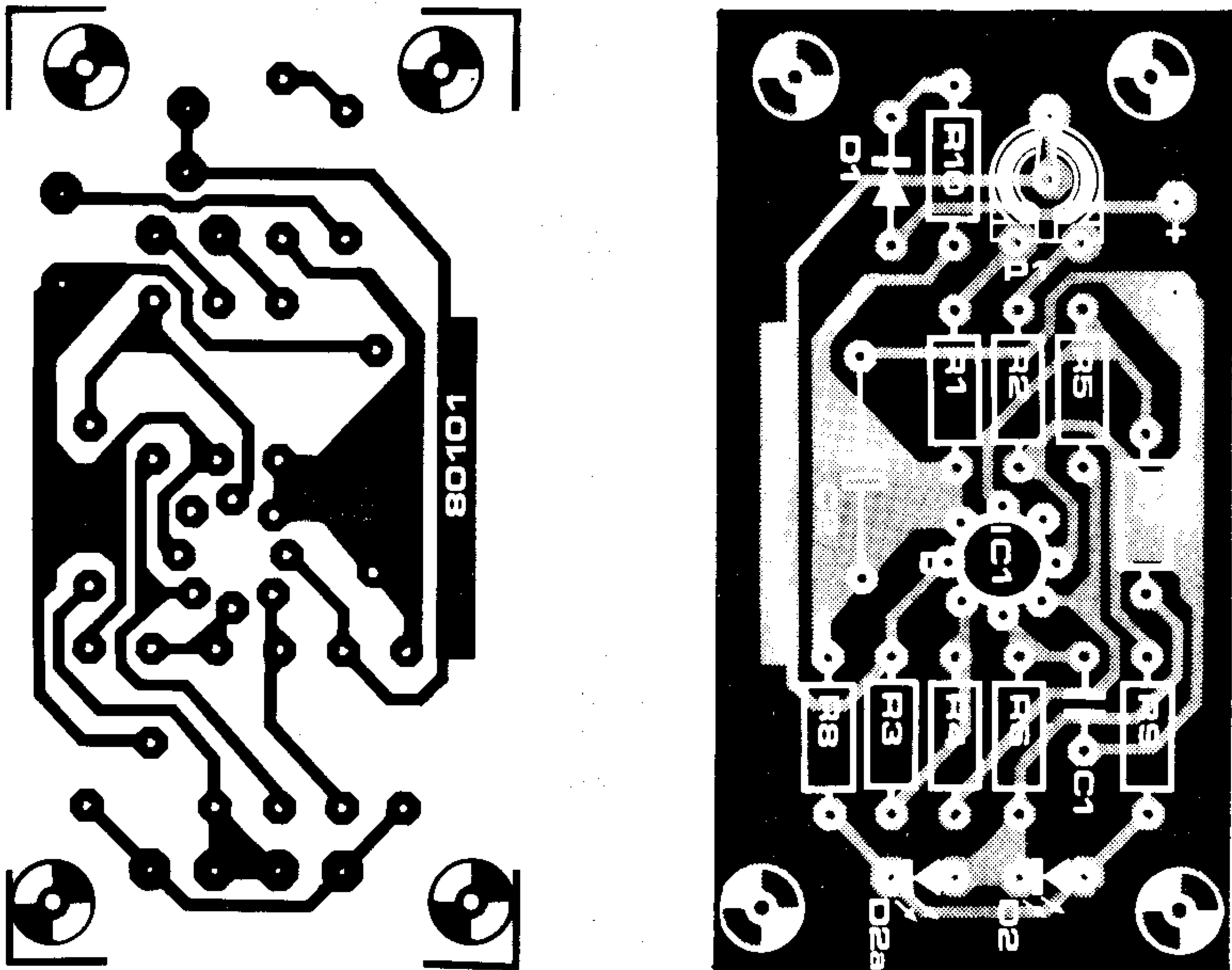
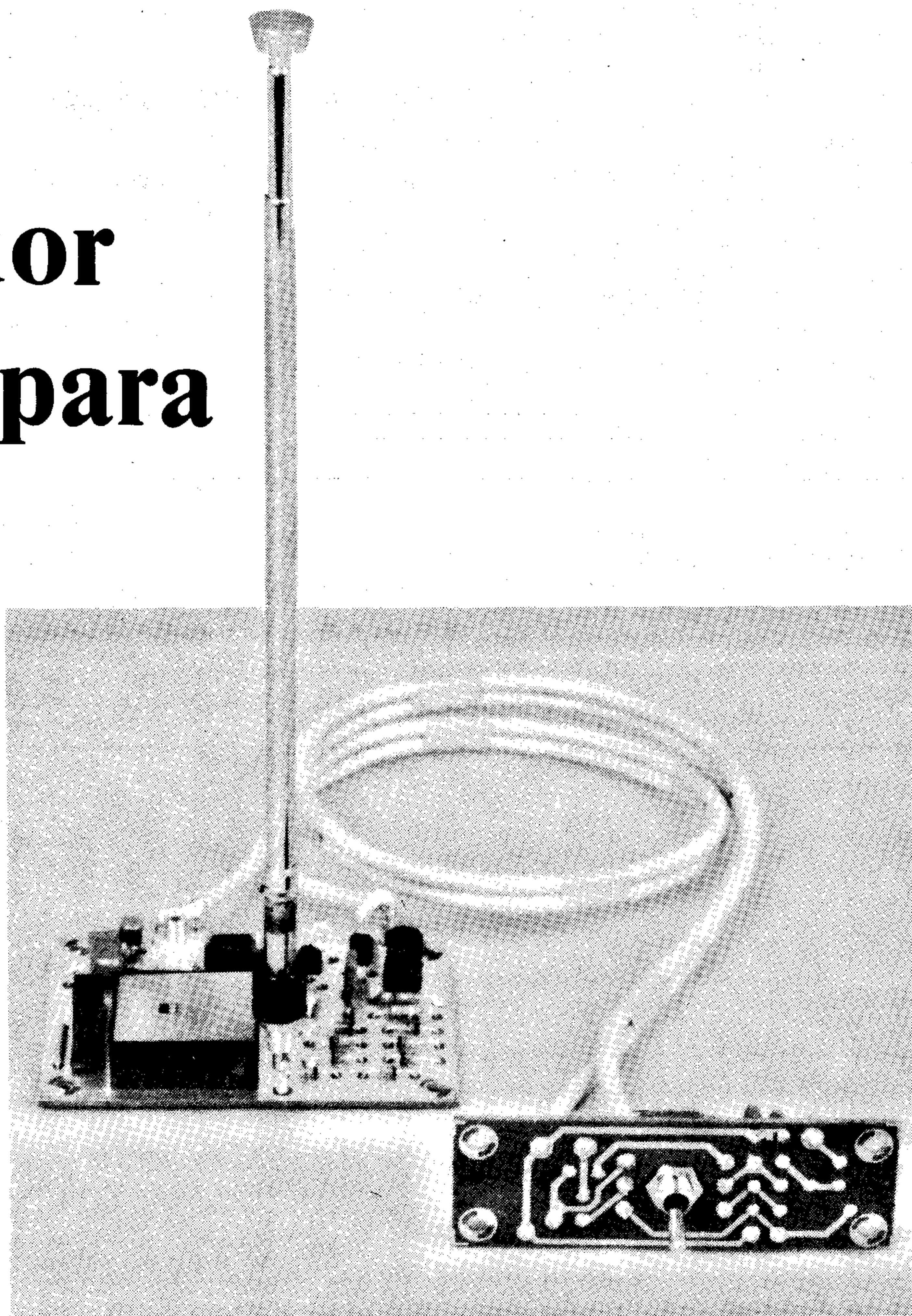


Figura 3. Placa de circuito impreso y disposición de componentes.



# amplificador de antena para coche

**mejor recepción  
con menos ruido**



**Generalmente los amplificadores de antena instalados en los coches son modelos comerciales de banda ancha, que no son demasiado útiles para la recepción en VHF-FM. Este número especial del automóvil, nos ha parecido el lugar ideal para exponer nuestras opiniones sobre esta cuestión, presentando un circuito conmutable de AM y FM, que mejora notablemente las características de cualquier receptor en toda la banda, como debe hacer cualquier amplificador de antena que se precie.**

¿Son necesarios los amplificadores de antena?, esta es siempre una difícil cuestión (ver ELEKTOR n.º 6, septiembre/octubre, 1980). A menudo nos surge la duda sobre si el aumento de calidad en la recepción, justificará el gasto. Un mal receptor en una zona de poca señal representa prácticamente un caso desesperado; ¡los amplificadores de antena no obran milagros! Al contrario, si la recepción es ya buena, no sirve de nada intentar mejorar las condiciones de recepción.

Los amplificadores de antena están destinados a los casos «normales», situados entre estos dos extremos, es decir en receptores que trabajan normalmente, pero que reciben con dificultad algunas emisoras. Las señales situadas en el límite de lo aceptable pueden ser amplificadas (y por tanto mejorada la calidad de recepción) de forma satisfactoria.

Todo lo dicho es válido para la recepción tanto en AM como en FM. Sin embargo hay una diferencia entre ambas, los emiso-

res de VHF-FM tienen una «zona de cobertura» bastante reducida, e intentar captarlos en el interior de un vehículo con una antena normal no facilita las cosas. La zona de cobertura varía entre 40 y 100 kms., dependiendo de varios factores: potencia y frecuencia de emisión, zona de recepción, y sensibilidad del receptor. Esto quiere decir que existen muchas probabilidades de que los receptores estén situados fuera de la zona de buena recepción. Por el contrario, los emisores de AM (en particular los de onda larga y onda corta) tienen un alcance mucho mayor. Como habrá podido comprobar en más de una ocasión, no es necesario un amplificador de antena para recibir las emisoras locales, si bien las cosas no son tan fáciles cuando a bordo de un vehículo intentamos escuchar la BBC de Londres. En este caso los amplificadores de antena representan una inversión perfectamente justificable.

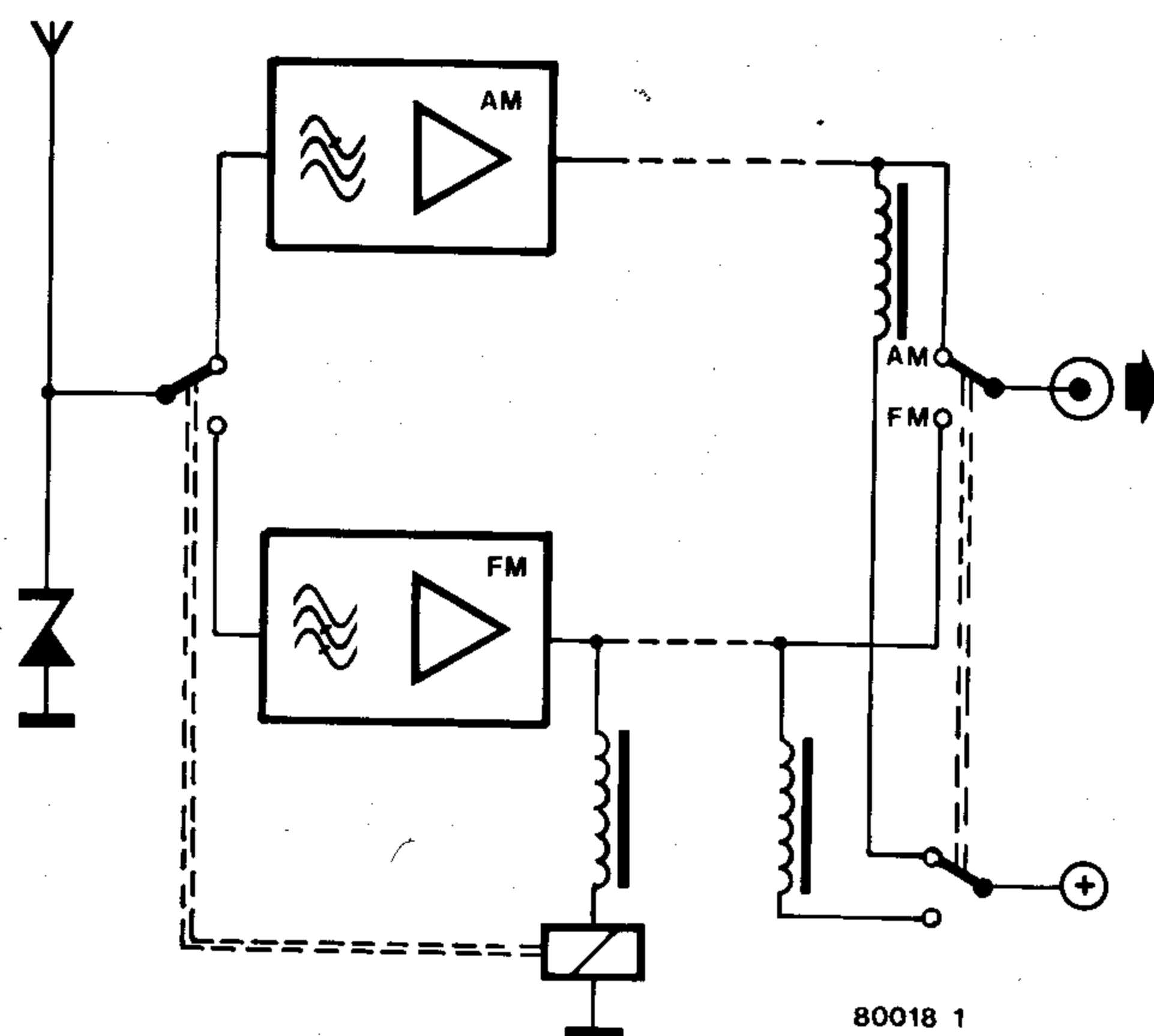
Una vez decididos a instalar un amplificador de antena en nuestro equipo, queda



aún por decidir qué tipo conviene más. Para ser honestos, la mayoría de los amplificadores comerciales para coche no merecen nuestra atención. A menudo su circuito consta de un FET montado en drenador común y un amplificador de banda ancha. La idea es cubrir directamente la totalidad de la banda que un receptor comercial puede sintonizar. Obviamente, esta sería la mejor solución si no fuera por los graves inconvenientes que conlleva. Sólo se puede mejorar la recepción en onda corta y onda larga a expensas de empobrecer la calidad de recepción en FM. En última instancia podría instalarse un interruptor para cortocircuitar el amplificador de AM mientras se escucha la banda de FM. Pero si hay que instalar un interruptor ¿no será mejor hacer el trabajo bien y utilizar un segundo amplificador para la banda FM?

Al estudiar el diseño de un amplificador de antena para coche, hemos llegado a la conclusión de que es preferible colocar un interruptor para separar los circuitos, que sacrificar la calidad de la recepción. Todos nuestros esfuerzos nos han llevado al diseño de dos buenos amplificadores; el primero de ellos para onda corta y onda larga y el segundo para VHF-FM.

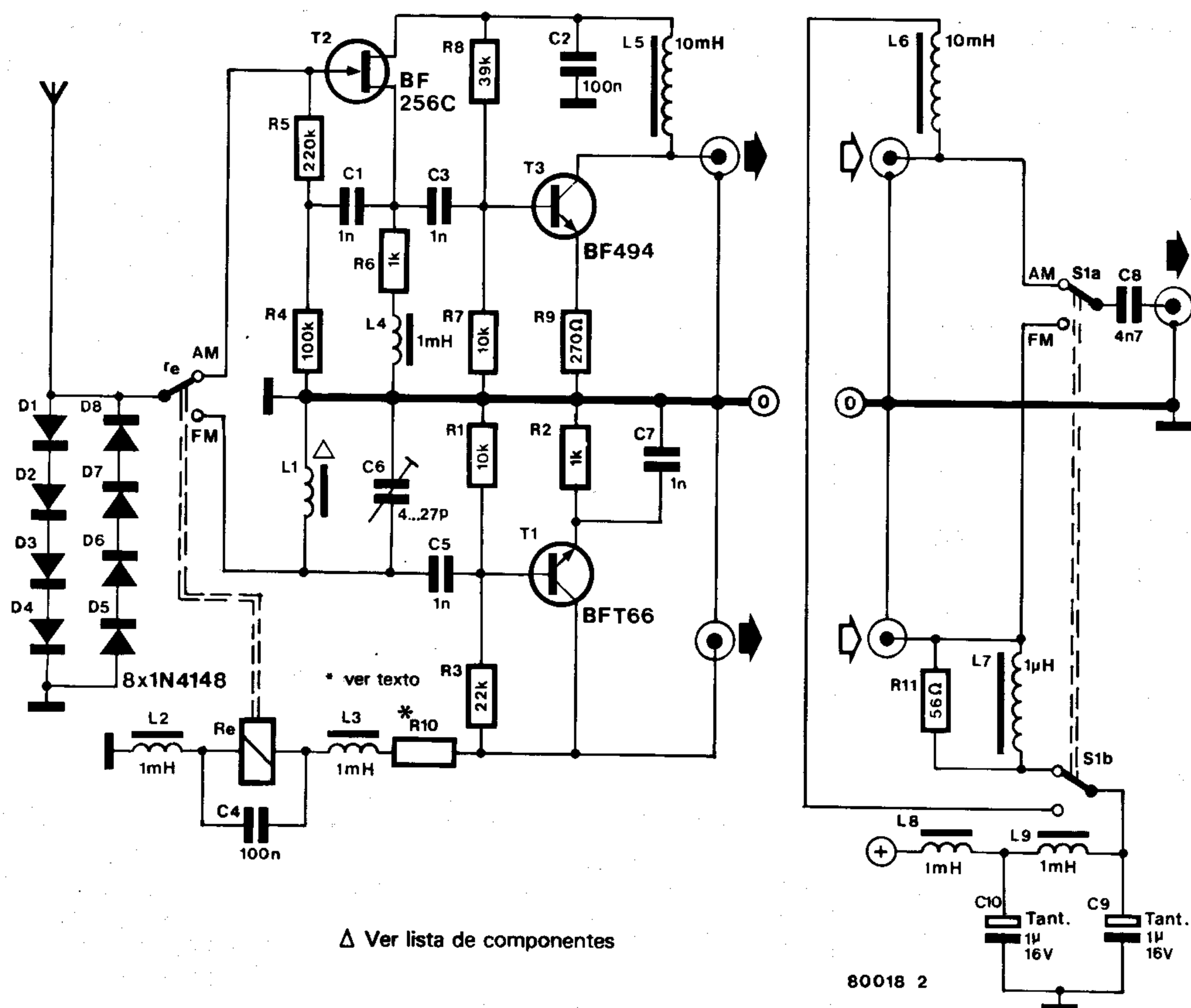
1



80018 1

Figura 1. Esquema sinóptico del amplificador de antena para coche. El amplificador se compone de dos secciones: una para AM (Onda Larga, Onda Media y Onda Corta), y otra para VHF-FM.

2



Δ Ver lista de componentes

80018 2

Figura 2. Esquema completo del circuito. La parte amplificadora se encuentra situada a la izquierda del circuito (AM en la parte superior y FM en la inferior); la sección derecha contiene el filtro de alimentación y el circuito conmutador.



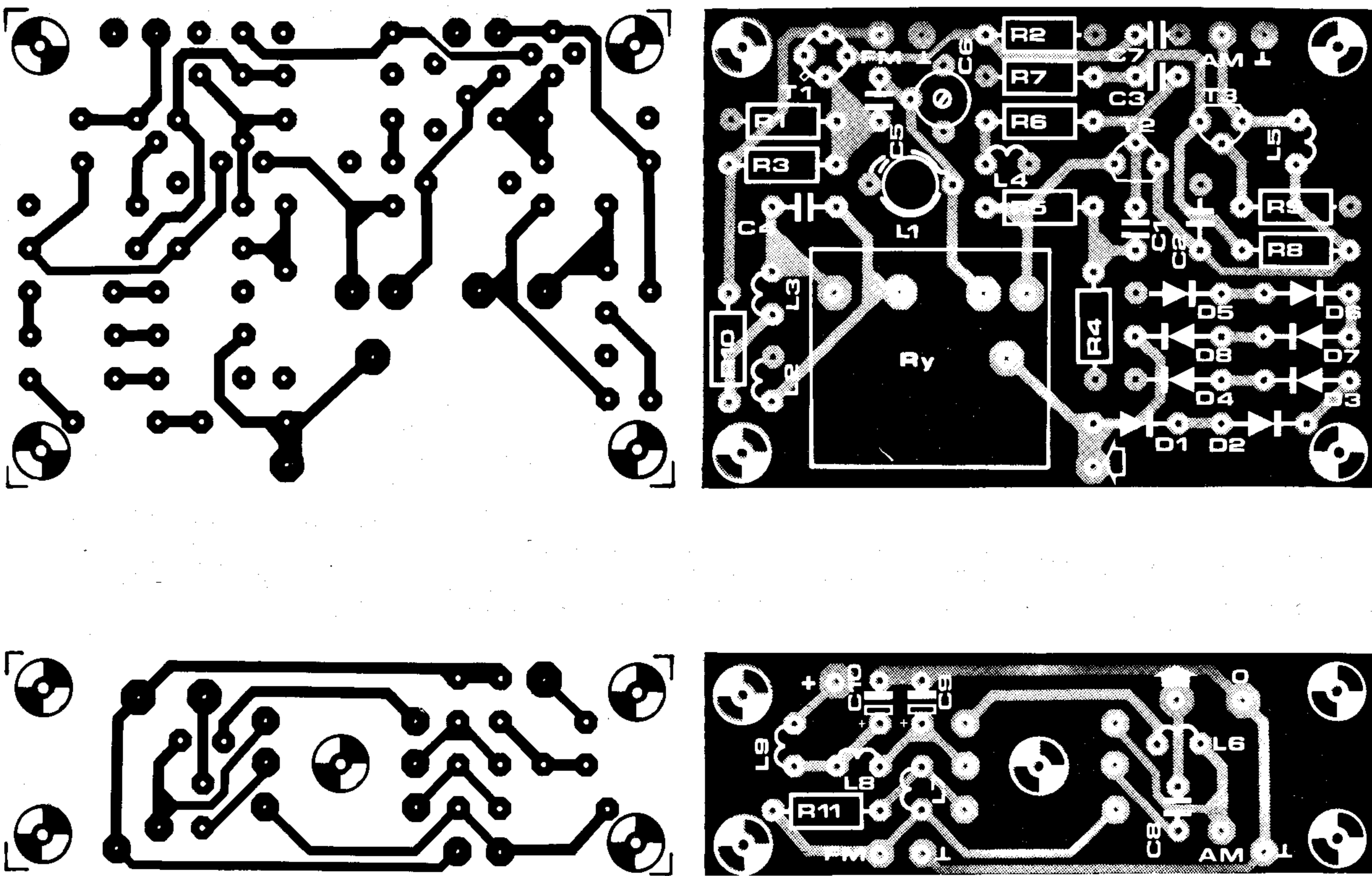


Figura 3. Placas de circuito impreso y disposición de componentes; (a) para la sección amplificadora, (b) para la sección de filtros e inversor. La placa (b) deberá montarse cerca del aparato de radio, de forma que el interruptor sea accesible. La placa (a) se montará lo más cerca posible de la antena.

### Esquema sinóptico

¿Es realmente necesario que exista una conmutación entre los dos amplificadores? Seguramente sería posible intercalar filtros que separaran las bajas frecuencias (AM) de las altas (VHF-FM), para, a continuación, introducir cada una en su correspondiente amplificador y finalmente, después de mezclarlas nuevamente, enviarlas al receptor. Ciertamente, es una posibilidad, sin embargo no es la mejor. La causa está en la antena del vehículo que para AM resulta relativamente corta, con lo cual las señales captadas son de baja amplitud (débiles). Para tener una buena recepción, sería preciso que la impedancia de entrada del amplificador fuese lo más alta posible. Pero aquí chocamos con las dificultades debidas a capacidades parásitas de entrada (cuanto mayor es esta capacidad, peores son las condiciones de recepción) y por otra parte, conectar a la misma entrada un amplificador de FM completo es crearse problemas inútilmente aun con el mejor de los filtros. Por esta razón hemos optado por el interruptor.

En la figura 1 se muestra el cuadro sinóptico del sistema completo. Puede sorprender el hecho de que la entrada se conmute mediante un relé, pero hay una buena razón para ello. Un amplificador de antena debe estar montado lo más cerca posible del elemento captador, es decir la antena. Des-

pués de todo, la idea base consiste en amplificar las señales bajas, y conviene no empeorar las cosas haciendo pasar las señales por un cable que las debilitaran aún más.

Este tipo de cosas, obviamente, no mejoran la relación señal ruido de salida. Ahora bien, si montamos el amplificador cerca de la antena, ¿dónde instalar el conmutador de entrada? Evidentemente queda excluida la instalación de largos cables hasta el tablero de mandos ya que esto sería aún peor que colocar en dicho tablero el amplificador. La única solución es combinar un interruptor situado en el tablero con un relé situado cerca de la antena. Este relé está montado de forma que sus contactos se cierran cuando se aplica la tensión de alimentación al amplificador de VHF-FM. Mediante un doble conmutador de dos posiciones se puede seleccionar cualquiera de los amplificadores. El primer circuito selecciona la salida del amplificador correspondiente y la envía a la entrada «antena» del autorradio. El segundo circuito conmuta la alimentación del amplificador escogido, y del relé en el caso FM. Para evitar complicar el cableado más de lo necesario se utilizará un mismo cable para alimentar el circuito y recoger la señal de salida. Esto significa que van dos cables coaxiales desde los amplificadores hasta el interruptor situado cerca del auto-radio. En cada extremo de los cables, una inductancia per-

mite aislar la señal de alta frecuencia y la alimentación, ya que la inductancia presenta una alta impedancia a las señales de alta frecuencia, mientras que su resistencia es prácticamente cero para la tensión de alimentación. En el diagrama sinóptico se han representado los cables coaxiales con línea de trazo.

Queda un último detalle por discutir en este diagrama: la presencia de un diodo zener entre el terminal de antena y masa. Este diodo obviamente no está destinado a regular la tensión de alimentación; su misión es proteger la etapa de entrada del amplificador contra las sobretensiones, ya que es bastante frecuente que sobre la antena se produzcan altos potenciales debidos a las cargas electrostáticas o por presencia de rayos. En realidad como veremos a continuación el símbolo del diodo zener no es totalmente apropiado, puesto que, en este caso se recortan las crestas positivas y negativas a 2,5V.

### El esquema

En la figura 2 se muestra el esquema completo de la antena activa para automóvil. El circuito de protección de entrada (el «diodo zener» del esquema sinóptico) se compone de ocho diodos, divididos en dos grupos de cuatro cada uno de los cuales recorta la señal de entrada a + ó -2,5V. Pa-



## Lista de componentes

## Resistencias:

R1, R7 = 10 k  
 R2, R6 = 1k  
 R3 = 22k  
 R4 = 100 k  
 R5 = 220 k  
 R8 = 39 k  
 R9 = 270  $\Omega$   
 R10 = ver texto  
 R11 = 56  $\Omega$

## Condensadores:

C1, C3, C5, C7 = 1n  
 C2, C4 = 100 n  
 C6 = 4 ... 27p  
 C8 = 4n7  
 C9, C10 = 1  $\mu$  (tántalo)

## Semiconductores:

D1 ... D8 = 1N4148  
 T1 = BFT66  
 T2 = BF256C  
 T3 = BF494

## Bobinas

L1 = 3,5 vueltas sobre un mandril Toko S18  
 L2, L3, L4, L8, L9 = 1 mH  
 L5, L6 = 10 mH  
 L7 = 1  $\mu$ H

## Varios:

Re = Relé inversor de 12V  
 S1 = Doble inversor

suele ser de un cuarto de la longitud de onda. La entrada de antena se sintoniza mediante un circuito resonante compuesto por L1 y C6. Este último se ajusta sintonizando una emisora hacia el centro de la banda y variando C6 hasta obtener el ruido mínimo. La resistencia R10, se sustituirá por un cortocircuito, en caso de utilizar un relé de 12V.

L8, L9 y C10 constituyen el filtro de alimentación para el circuito. En particular para eliminar las molestas interferencias generadas por el circuito de encendido de los coches.

## Construcción

En la figura 3 se muestran los dibujos de los dos circuitos impresos y la distribución de componentes. El primer circuito (el más grande) debe montarse lo más cerca posible de la antena ya que contiene los dos amplificadores y el relé de antena. El segundo circuito incluye el interruptor y los componentes del filtro; se podrá colocar cerca del autorradio. Las dos placas de circuito impreso, se conectan mediante dos cables coaxiales. La alimentación del amplificador se conectará al circuito más pequeño, ya que está situado cerca del auto-radio, es lógico que se obtenga de éste el cable positivo de alimentación. De este modo se alimentan el amplificador de antena y el autorradio a través del mismo fusible. Esta solución ofrece además otra ventaja, no es necesario que el amplificador, se conecta simultáneamente con la radio. Para conectar la entrada de antena VHF-FM, nos serviremos de un cable coaxial de antena (50 ó 75 Ohms). Para AM no deberá emplearse este cable coaxial de baja impedancia, ya que su capacidad quedaría en paralelo con el circuito receptor, pudiendo su valor ser tan fuerte, que el condensador ajustable de antena del auto-radio no sea capaz de compensarla. La mayoría de los auto-radios van provistos de un ajuste de antena. Una solución es utilizar el cable coaxial utilizado en la antena del coche para AM (puesto que el normal no resulta idóneo), sin embargo, este cable tiene un alma (conductor central) muy frágil, de modo que una tracción demasiado fuerte puede llegar a romperlo. Es preciso advertir, que algunos de estos cables llevan un condensador de ajuste incorporado, que es preciso eliminar para esta clase de aplicaciones. La placa que contiene los dos amplificadores (la mayor de ellas) deberá montarse dentro de una caja blindada; como en otras ocasiones, nosotros hemos utilizado placa de circuito impreso como aislante ya que el cobre actúa como un blindaje excelente. ■

# anti-robo gratuito

Ya en números anteriores, se publicaron anti-robos de probada eficacia, sin embargo, ninguno de ellos podía calificarse de «totalmente infalible». Afortunadamente, la mayoría de los ladrones de coches no son más que aficionados: El más simple de los anti-robos acaba derrotándoles. Por ejemplo, un letrero claramente visible que diga: «este vehículo está protegido por un sistema de alarma electrónica». Haya o no haya alarma en el vehículo, de entrada el posible ladrón se lo pensará dos veces antes de intentar su fechoría. Esta es, precisa-



mente la utilidad de nuestro adhesivo «anti-robo gratuito». Péguelo en un lugar bien visible y la posibilidad de que roben su coche disminuirá al menos en un 1 por 100. Los suscriptores encontrarán este adhesivo entre las páginas de esta revista. Los demás lectores, podrán igualmente obtener su ejemplar solicitándolo a la redacción de ELEKTOR, sita en C./ Villanueva, 19, Madrid-1, poniendo en el sobre «anti-robo gratuito». El único requisito para recibir el adhesivo es incluir en la carta un sobre franqueado con el nombre y dirección claramente escritos.

Por favor, no pidan más de los que realmente necesitan, ya que nuestro stock es limitado ¡recuerde que los demás lectores también tienen coche! ■

ra esta aplicación, un diodo zener «normal» no funcionaría correctamente ya que como mínimo habría que conectar dos diodos en serie y opuestos, pero aún así, la carga capacitiva introducida en el circuito de antena sería superior a la de los cuatro diodos.

En la parte superior del circuito, se encuentra el amplificador de AM. Como dijimos anteriormente, este amplificador debe poseer una elevada impedancia de entrada, y por esta razón como la primera etapa se utiliza un FET montado en drenador común (T2); a continuación figura una etapa amplificadora con un solo transistor (T3), cuya ganancia viene determinada por la resistencia R9. La banda pasante de este amplificador, es tal que se alcanzan mejoras sensibles en la relación señal/ruido hasta frecuencias de 18Mhz. Como la mayoría de los receptores no llegan más allá de los 6Mhz (incluso en la gama de ondas cortas), esta banda pasante es más que suficiente para los objetivos propuestos. El amplificador de VHF-FM, representado en la mitad inferior del esquema, es de una concepción asombrosamente simple. Se utiliza un transistor de bajo ruido (un BFT 66) perfectamente adaptado a este género de aplicaciones. Para las señales de FM, la antena



En los coches modernos abundan por doquier todo tipo de indicadores medidores, botones e interruptores, sin embargo es difícil encontrar alguno que posea un medidor de la temperatura del aceite.

En la mayoría de los coches, el medidor de temperatura se utiliza para controlar el agua del radiador. Como es sabido, el líquido de refrigeración circula por diversos conductos (incluido el propio radiador) y controles termostáticos para mantener la temperatura de este fluido en el punto óptimo; por tanto es improbable que la medida de la temperatura del agua pueda propor-

mente utilizar uno de los oficios existente. El tornillo de salida de aceite situado generalmente bajo el cárter del motor no es un lugar muy recomendable, yaque este recibe continuas agresiones por parte de los mecánicos en el ejercicio de su trabajo (o simplemente al cambiar el aceite del motor); de cualquier forma no es un buen lugar para colocar una conexión eléctrica. De modo

# medidor de temperatura de aceite

Esto podría hacernos pensar que la temperatura del aceite no es un parámetro importante... ¡nada más falso! Cuando el aceite del motor se calienta, su densidad disminuye y en los casos extremos, incluso puede llegar a oxidarse. De cualquier forma un aceite que se comporte así no es un buen lubricante. Por supuesto, las indicaciones del medidor de temperatura del agua puede proporcionarnos alguna información; pero esto no es suficiente. Para estar seguro, es necesario medir individualmente la temperatura del aceite.

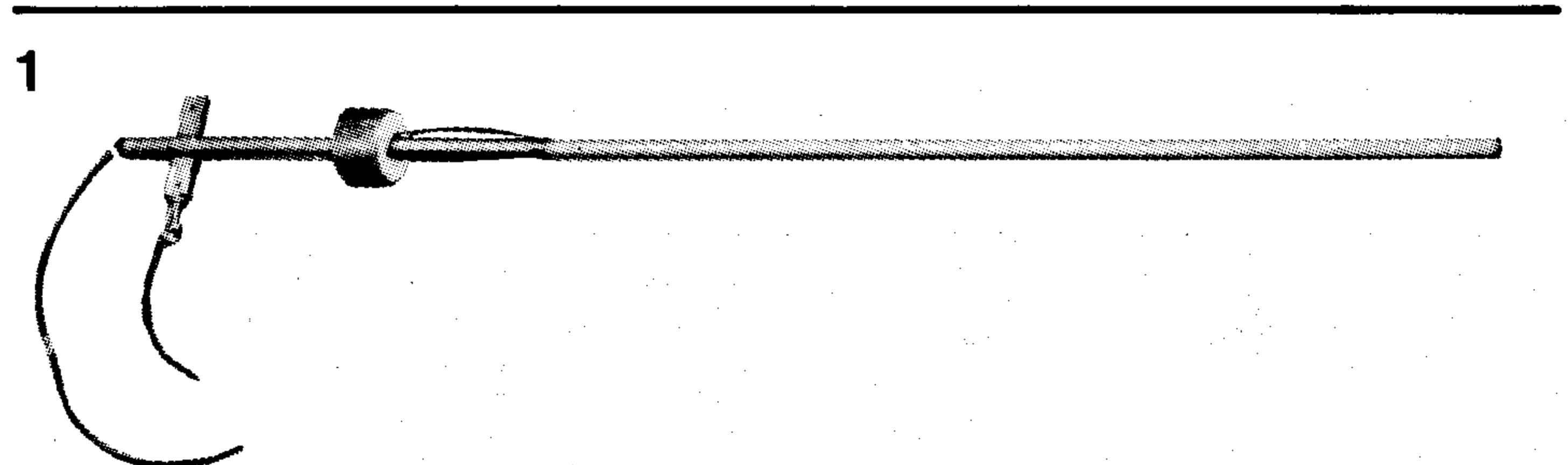
La forma más fácil de incorporar este accesorio en nuestro vehículo es colocar un sensor en la varilla del nivel de aceite.

cionarnos una información fiable respecto al aceite. Además puede ocurrir que cuando este medidor registre el cambio de temperatura, sea ya demasiado tarde, o simplemente le pase desapercibido.

Entonces, ¿cómo medir la temperatura del aceite? Medirla en el exterior queda descartado, puesto que el aceite se encuentra en el interior del bloque motor. Ha de encontrarse algún sistema para introducir un sensor de temperatura en el aceite —por ejemplo en el interior cárter—. Sólo los más avezados expertos en mecánica del automóvil se atreverían a practicar un orificio en tan delicada pieza del motor, por lo tanto parece más lógico buscar otra solución, o simple-

que la única posibilidad viable parece ser la varilla del nivel de aceite.

La única modificación necesaria es sustituir la varilla existente por otra que posea un termistor (resistencia NTC) en su extremo. La firma VDO suministra dos versiones de este tipo de sensores que pueden adaptarse a la mayoría de los coches; parece probable que en un futuro próximo los demás fabricantes se decidan a comercializar este tipo de accesorios. Advertimos a aquellos que quieran construirse su propia sonda de la dificultad que entraña su realización: este dispositivo a de ser fiable ya que estará sometido a fuertes vibraciones y temperaturas elevadas. Por otra parte el lugar donde va



Fotografía 1. Varilla del nivel de aceite que incorpora un sensor NTC.

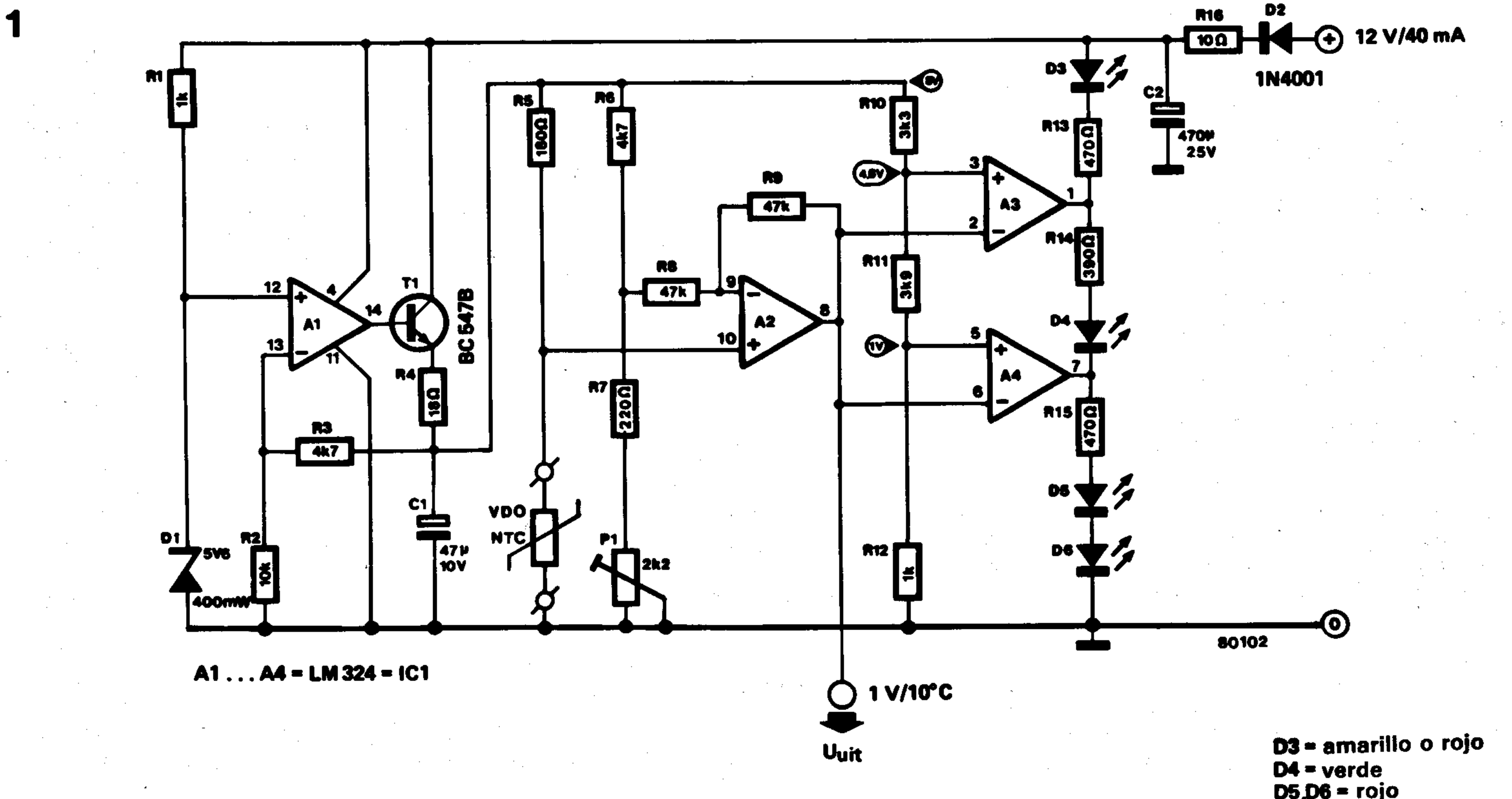


Figura 1. Circuito completo del medidor de temperatura de aceite. Los cuatro amplificadores operacionales empleados, están contenidos en un solo IC.



colocada la varilla del aceite no deja mucho espacio para trabajar, y si por un descuido cayera algún trozo de metal en el interior del cárter los resultados podrían ser desastrosos.

La varilla sensora comercializada por VDO se muestra en la fotografía 1. El fabricante suministra junto con la varilla sensora, un extensivo prospecto para poderla adaptar a la mayoría de los vehículos.

## El circuito

Como puede verse en la figura 1, el circuito contiene un solo integrado: el LM 324; este IC contiene 4 amplificadores operacionales (A1...A4). El primero de ellos, A1, se utiliza como regulador de tensión junto con B1 y T1. La tensión de referencia suministrada por D1 se aplica a la entrada no inversora de este operacional. A1 controla la corriente de base de T1, de forma que la tensión en su entrada inversora (unión de R2/R3) se mantiene constante e igual a la tensión de referencia. Si la tensión de bornas de R2 se mantiene constante a 5,6V, la caída en R2 y R3 será igual (y constante) a 8V. Esta tensión se utilizará como referencia en las medidas.

El termistor de la varilla sensora (o, NTC) se conecta a un circuito puente: R5, el NTC, R6, R7 y P1. El amplificador operacional A2 junto con las existencias R8 y R9 compone una etapa amplificadora de ganancia 1 (buffer). De esta forma la diferen-

cia entre la tensión de la unión R5/NTC y la unión R6/R7 aparecerá igualmente a la salida de A2. Si la temperatura del aceite aumenta, la resistencia de NTC y la tensión en la entrada no inversora de A2 decrecerán, con lo cual la salida de este operacional pasará a nivel bajo, es decir 0V.

Es perfectamente posible calibrar la escala de tensiones a la salida de A2, en grados centígrados o Fahrenheit (para ello bastará con conectar un voltímetro a la salida de A2). La escala obtenida, básicamente depende de 3 factores: tipo de NTC utilizado (también del valor de R5); valor de R8 y R9; y del ajuste de P1. Los valores de NTC, R8 y R9 determinan el rango de temperaturas medibles: con los valores dados en el circuito ( $R8 = R9 = 47k$ ), 1V de variación corresponde a un cambio de temperatura de aproximadamente  $10^{\circ}C$  ( $18^{\circ}F$ ), con lo cual la escala completa alcanzará hasta  $120^{\circ}C$  ( $226^{\circ}F$ ). Los límites de la escala elegida se ajustarán mediante P1 en el ejemplo dado varía de 0 a  $120^{\circ}C$  ( $32...248^{\circ}F$ ).

Modificando los valores de R8 y/o R9, y ajustando P1 pueden obtenerse diferentes escalas. Por ejemplo, para obtener una escala en grados Fahrenheit se tomarán los valores  $R8 = 56k$  y  $R9 = 100k$ ; esto da 1V a la salida de A2 por cada  $10^{\circ}F$  de variación. Sin embargo, un termómetro basado en un NTC es bastante improbable que proporcione gran precisión a lo largo de toda su escala; aún más las indicaciones de temperatura necesarias en un automóvil no precisan más que de 2 señales: «temperatu-

ra normal» o sobrettemperatura. Por esta razón se ha optado por un simple indicador óptico para este circuito. En la figura 1 los diodos D3...D6 (LEDs) son los indicadores de temperatura.

Una vez calibrado el circuito correctamente (más adelante explicaremos cómo), veamos qué significan las indicaciones del circuito. Cuando la temperatura del aceite es baja (inferior a  $80^{\circ}C$ ), la tensión de salida de A2 se hace superior a la de referencia (unión de R10 y R11). Las salidas de los integrados A3 y A4 pasarán a nivel bajo (casi 0V), con lo cual el único diodo encendido será D3. Cuando la temperatura aumenta por encima de los  $80^{\circ}C$ , la salida de A2 cae hasta 4,8V aproximadamente. En este punto la salida de A3 cambia a nivel alto (la tensión de alimentación), con lo cual D3 se apaga y D4 se enciende. Este LED (verde) indica que la temperatura de aceite está en su punto óptimo. Si la temperatura de éste aumentara nuevamente —alrededor de  $120^{\circ}C$ — la tensión de salida de A2 se haría inferior al segundo umbral de conmutación (aproximadamente 4V). Esto hará que la salida de A4 pase a nivel alto, y por lo tanto se encenderá D5 y D6 (D4 se apaga). Estos 2 LEDs rojos indican una situación de peligro.

## Construcción y calibración

El circuito completo se montará en la placa de la figura 2. No debe representar gran dificultad el montar la unidad en el interior de una caja. Esta, con el circuito en su interior podrá instalarse tras el cuadro de mandos; los LEDs se colocarán en el punto más adecuado.

La calibración es muy sencilla. Con los valores dados a los componentes el umbral de encendido de los LEDs se producirá a las temperaturas de  $80^{\circ}C$  y  $120^{\circ}C$ . La forma más sencilla de calibrar la unidad será por tanto introducir el sensor en un recipiente de agua a  $80^{\circ}C$ , y ajustar P1 hasta que se produzca la conmutación de D3 a D4. El umbral superior corresponde a  $120^{\circ}C$  (resulta bastante difícil calentar el agua a esta temperatura). Una última comprobación, la salida de A2 debe entregar aproximadamente una tensión de 3V cuando el sensor se introduzca en el agua caliente. Como se dijo en un principio, en este tipo de sensores no es esencial una precisión absoluta, puesto que no nos interesa saber en todo momento la temperatura del aceite.

A modo de conclusión dedicaremos unas palabras al sensor. Si se utiliza el modelo de VDO el valor dado para R5 (180 Ohm) es correcto. Para otros sensores es necesario modificarlo. Como regla práctica diremos que R5 debe de estar comprendida entre  $1/2$  y  $2/3$  de la resistencia del NTC cuando éste se encuentra sumergido en agua hirviendo. Como ejemplo diremos que el valor de la resistencia del termistor cuando se introduce en agua hirviendo es de 100 Ohmios; en este caso un valor adecuado para R5 será 56 Ohmios. Este valor es el mínimo permitido: sólo los NTCs con valores comprendidos entre 100 Ohmios y 10k (a la temperatura de ebullición) son válidos para nuestro montaje. Usualmente deberemos comprobar este parámetro, aunque por regla general los NTCs llevan inscrita su resistencia a la temperatura ambiente.

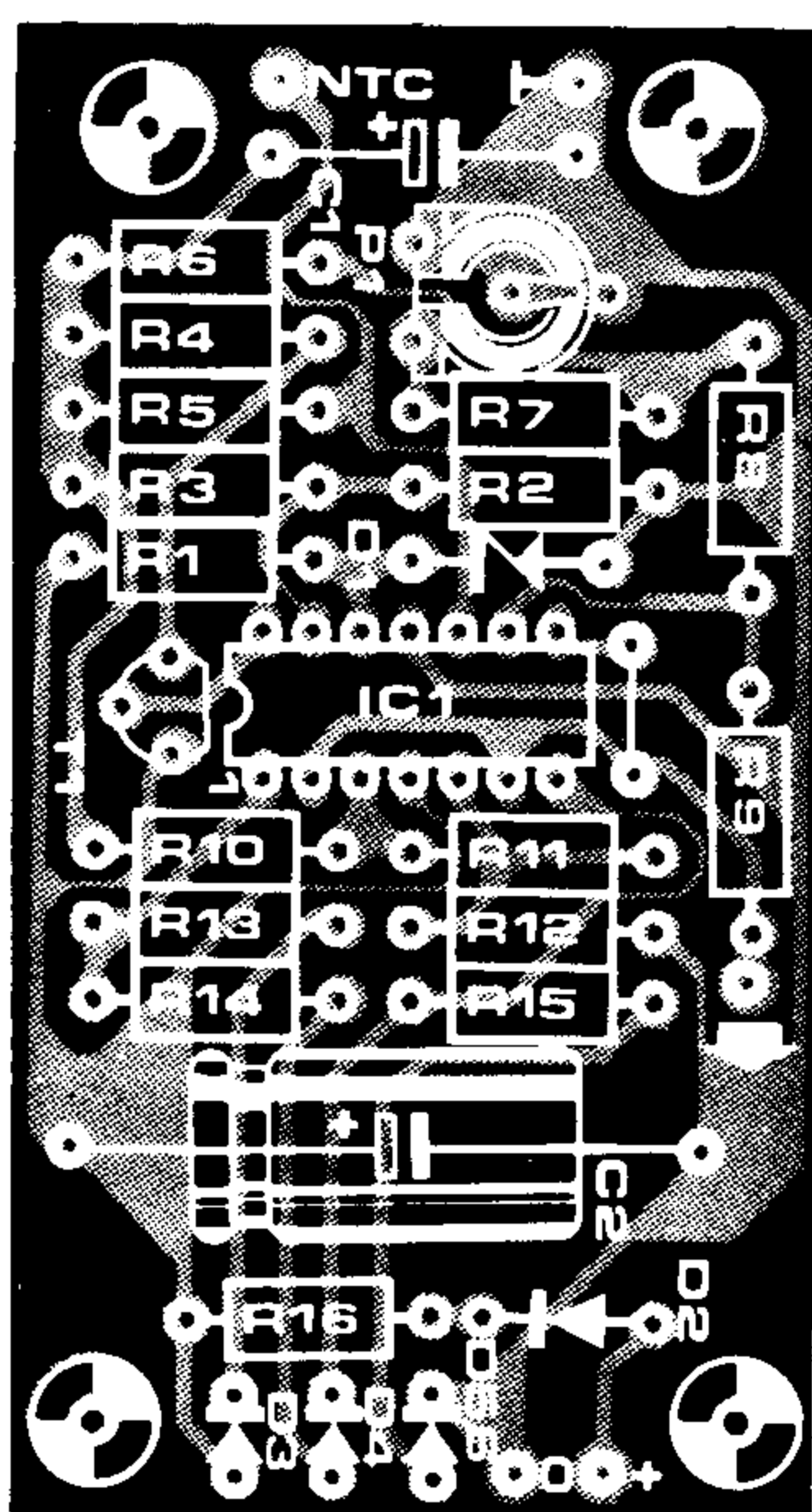
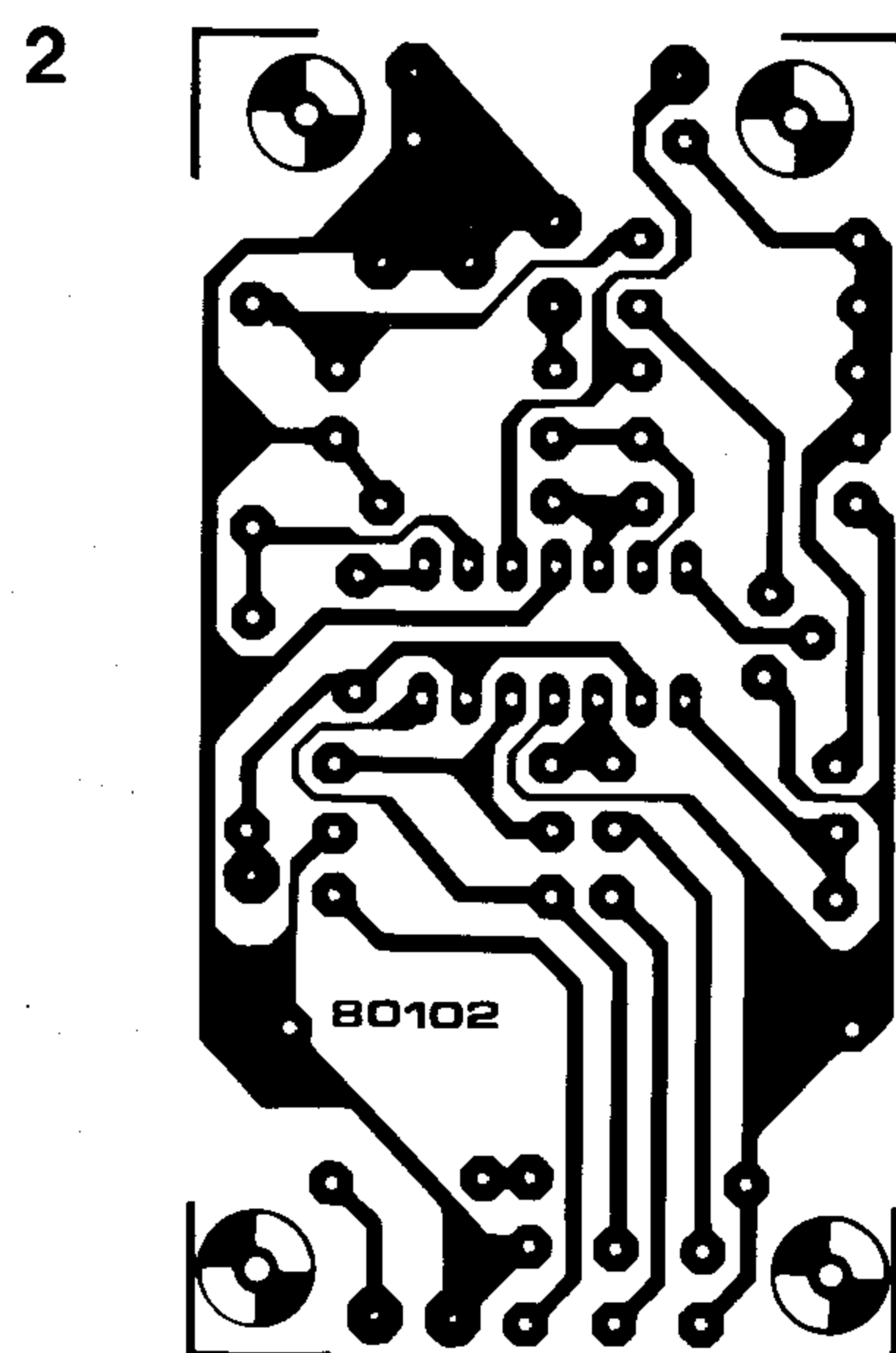


Figura 2. Placa de circuito impreso y disposición de componentes.

### Lista de componentes:

#### Resistencias:

R1, R12 = 1 k  
R2 = 10 k  
R3, R6 = 4k7  
R4 = 18  $\Omega$   
R5 = 180  $\Omega$  (ver texto)  
R7 = 220  $\Omega$   
R8, R9 = 47 k  
R10 = 3k3  
R11 = 3k9  
R13, R15 = 470  $\Omega$   
R14 = 390  $\Omega$   
R16 = 10  $\Omega$   
P1 = 2k2 potenciómetro ajustable

#### Condensadores:

C1 = 47  $\mu$ /10 V  
C2 = 470  $\mu$ /25 V

#### Semiconductores:

A1, A2, A3, A4 = IC1 = LM324  
D1 = 5V6, 400 mW diodo zener  
D2 = 1N4001  
D3 = LED amarillo o rojo  
D4 = LED verde  
D5, D6 = LED rojo  
T1 = BC 547b

#### Varios:

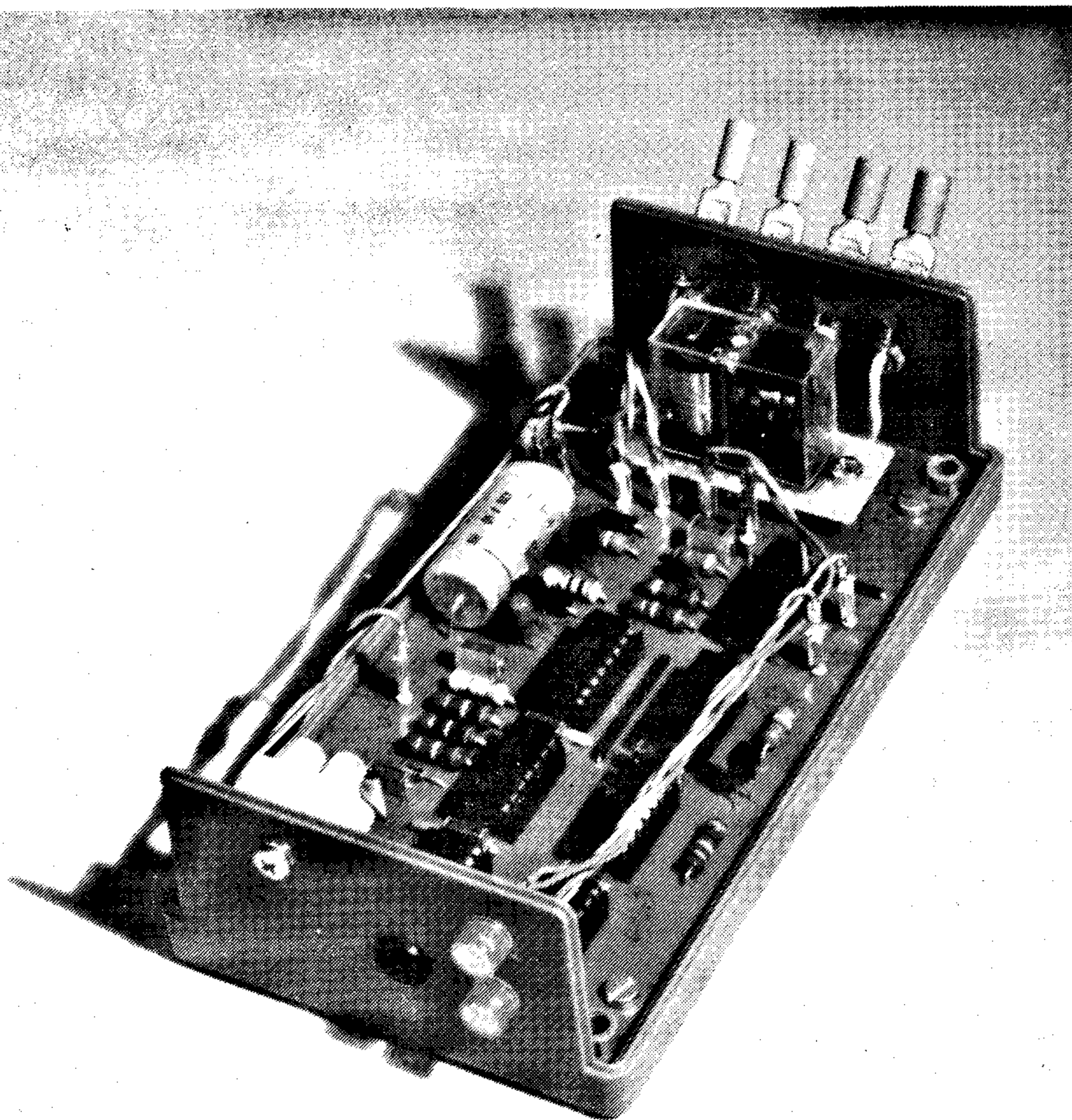
Varilla de aceite con termistor:  
por ejemplo, el modelo VDO  
tipo 5310024



Uno de los aspectos más molestos de los malos limpia-parabrisas es que son buenos mientras que no se los utiliza. Ante esto nosotros no podemos hacer nada pero por el contrario sí que podemos ayudarles a hacer frente a las variaciones de las condiciones climáticas. Se han diseñado ya muchos circuitos para controlar los limpia-parabrisas pero creemos casi con toda seguridad que ninguno como el que aquí presentamos. Nuestro controlador de limpia-parabrisas es inteligente; basta con que usted le diga una sola vez lo que debe hacer para que él ejecute sus instrucciones inmediatamente. Por otra parte usted puede cambiar en cualquier momento sus instrucciones.

# limpiaparabrisas inteligente

de período regulable continuamente mediante un solo interruptor



El principal defecto de los controles de período variable para los limpia-parabrisas se encuentra en el hecho de que son difíciles de regular correctamente. Normalmente es toda una labor el colocar el potenciómetro en su punto correcto, de modo que el parabrisas permanezca limpio sin que sobre ni falten pasadas de las escobillas. Cuando por fin se ha encontrado la cadencia correcta es muy posible que cambie la situación, de modo que empiece a llover a cántaros, o que prácticamente deje de llover, o que un camión, circulando en sentido contrario, inunde totalmente nuestro parabrisas. Unas cosas por otras el circuito de control resulta poco útil. Sin embargo, con el circuito inteligente de Elektor las cosas son muy distintas. Es tan sencillo de utilizar que el número de pasadas de las escobillas por segundo puede modificarse en una fracción de segundo. Para cambiar la cadencia basta con actuar dos veces un interruptor. El circuito memoriza el intervalo de tiempo transcurrido entre las dos maniobras y lo respeta tanto tiempo como se quiera.

Este funcionamiento tan sencillo es debido al hecho de que en la elaboración del circuito se han utilizado los componentes más idóneos y grandes cantidades de materia gris. El circuito resultante es algo complicado, pero su complejidad se ha reducido a un nivel razonable. Sólo son necesarios 4 cables entre el circuito y el cableado existente para el control del limpia-parabrisas.



En el apartado de «conexiones» haremos referencia a las normas DIN que dan número de referencia a los distintos cables y conexiones. Como este código no está todavía generalizado a todos los automóviles se dará un método que permite encontrar los puntos de conexiones correctos. Puede decirse que la realización y la puesta en funcionamiento de este circuito no debe suponer ningún problema.

El proceso de funcionamiento exacto del circuito es un poco más difícil de entender por lo que vamos a empezar por su explicación antes que nada.

## Esquema sinóptico

El corazón de todo temporizador es siempre una memoria. Esta memoria puede ser de tipo analógico, por ejemplo, un red RC en la que el intervalo de tiempo queda determinado por la constante de tiempo RC. Pero si se quiere regular la duración de los intervalos de tiempo será necesario utilizar un potenciómetro o un conmutador de varias posiciones para poder variar el valor de la constante de tiempo RC.

Nosotros hemos utilizado una tecnología mucho más moderna para nuestro circuito. Se trata de circuitos integrados de memoria que conservan la información en forma digital; en un circuito integrado de este tipo se puede almacenar una gran cantidad de datos. La información, que se almacena en forma de «0» y «1», se introduce por la entrada de datos (en inglés «data input» o también «Din»). En el circuito integrado que utilizamos aquí se determina la posición de memoria en la que se almacena la información, mediante 10 entradas. Se dispone de este modo, siguiendo las distintas combinaciones de estas 10 entradas, de 1.024 direcciones o 1.024 posiciones de memoria. Las 10 entradas se denominan *entradas de dirección* (en inglés: «address input» o «address lines»). El código digital (ordinario) de la dirección se obtiene mediante un contador que puede contar hasta 1.024. Si el contador cuenta los impulsos procedentes de un generador de reloj, se introduce el factor tiempo en la memoria; así, por ejemplo, si el generador de reloj produce 5 impulsos por segundo, se seleccionarán secuencialmente 5 posiciones de memoria cada segundo.

La memoria tiene también un entrada de control de lectura/escritura (en inglés «read/write input control»). Esta entrada se señala como «R/W» lo cual significa que la memoria está en modo lectura cuando el estado de esta entrada es alto y, por el contrario, está en modo escritura cuando esta entrada está en estado bajo. Es decir, esta entrada permite almacenar u obtener una información de la memoria. Cuando se ha almacenado previamente una información ésta puede obtenerse por la *salida de información* (en inglés «Data output» «D out») durante la fase de lectura. Con lo que

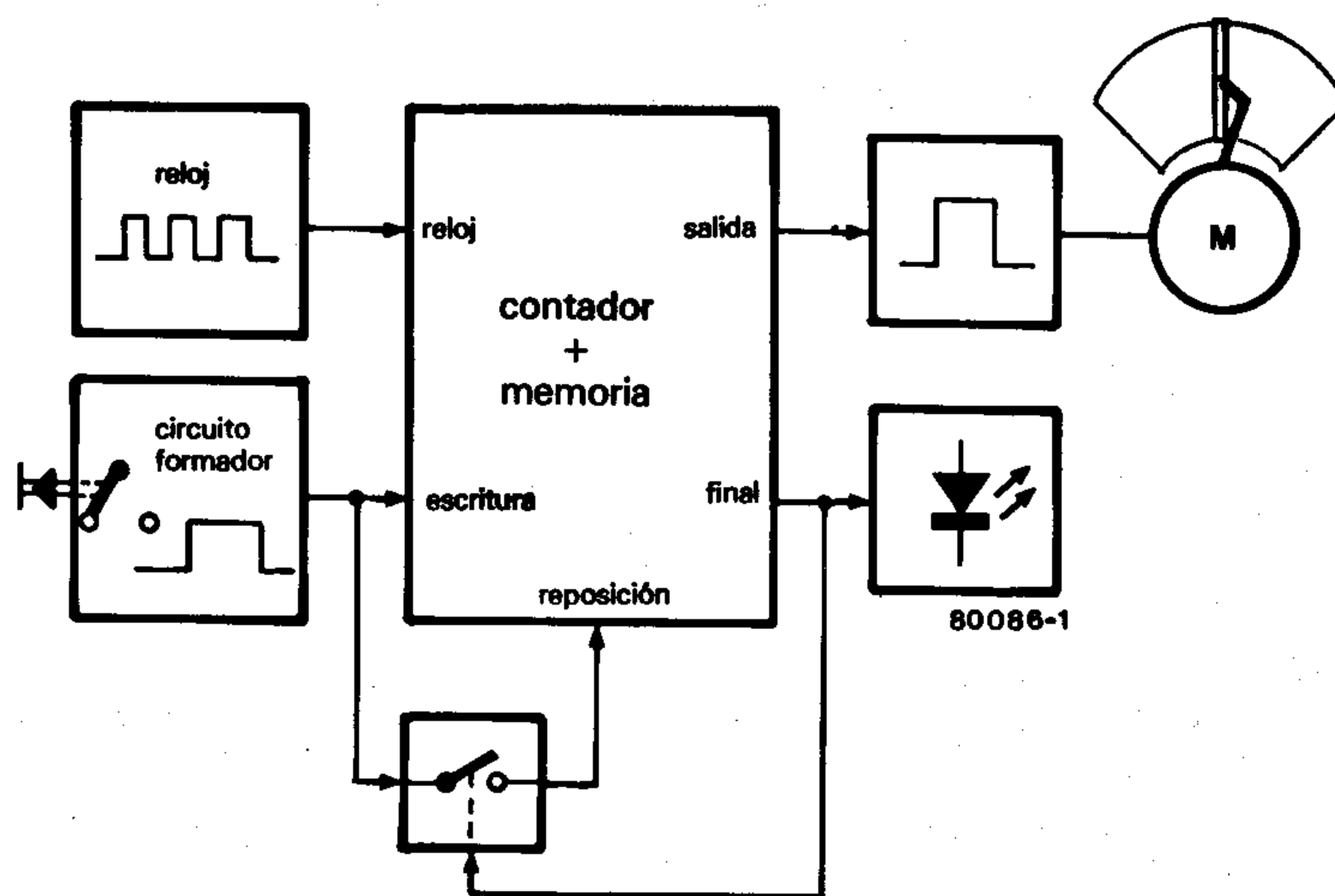


Figura 1. Esquema sinóptico del limpiaparabrisas inteligente.

acabamos de decir esperamos que nuestros lectores encuentren ya más corriente la utilización de una memoria en un temporizador.

En la figura 1 se da una versión simplificada del esquema sinóptico de mando del limpia-parabrisas mediante un circuito formador de impulsos. La salida de este formador de impulsos controla un interruptor electrónico que determina si la memoria está en modo lectura o en modo escritura. Existe también un generador de reloj que produce un número determinado de impulsos por unidad de tiempo. Asimismo, puede verse la existencia de un circuito de puesta a cero del contador y de un pequeño circuito para el control del limpia-parabrisas. Obviamente la parte más importante del sistema es la denominada *contador y memoria*.

## Funcionamiento del circuito

Cuando se acciona el interruptor del limpia-parabrisas la escobilla hace un recorrido completo (una ida y vuelta), el contador se pone a cero y las posiciones de memoria comienzan a llenarse sucesivamente de ceros empezando por la primera. Cuando se acciona por segunda vez el conmutador del limpia-parabrisas las escobillas realizan un recorrido completo, y se introduce un «1» en la posición de memoria que esté seleccionada en ese momento y el contador se pone en cero. En ese momento la memoria pasa a modo lectura y el contador empieza a explorar las diversas posiciones de memoria una a una, en el mismo orden en que lo hizo anteriormente. Cuando llega a la posición que contiene un «1» el contador se pone en cero y las escobillas efectúan un recorrido completo. Dado que la lectura de la memoria se realiza a la misma velocidad que la escritura, el intervalo de tiempo transcurrido entre dos recorridos de las es-

cobillas es el mismo que el existente entre las dos maniobras iniciales del interruptor del limpia-parabrisas.

Hasta aquí todo parece bastante sencillo, sin embargo, en la práctica, es preciso vencer un cierto número de obstáculos. Por ejemplo, es fundamental que las diversas operaciones del proceso se realicen en el momento y orden correctos. Habitualmente todos los pasos importantes empiezan cuando se produce un cambio de nivel en la señal de reloj. Por otra parte cuando se trata de la memoria los distintos pasos deben realizarse en un orden muy preciso; así, por ejemplo, es preciso seleccionar la dirección antes de escribir una información en la memoria. Si se trata de hacer las dos cosas al mismo tiempo casi con toda probabilidad la información se situará en una posición de memoria errónea. Todo esto obliga a utilizar diversas señales de reloj que aunque tengan la misma frecuencia, cambien de nivel en instantes distintos. Basta, por tanto, con utilizar un solo oscilador (reloj principal) cuya salida es enviada a un secuenciador, que es el que controla los diversos circuitos integrados. Las salidas del secuenciador pasan consecutivamente al estado alto permaneciendo así durante el tiempo de un impulso de reloj principal.

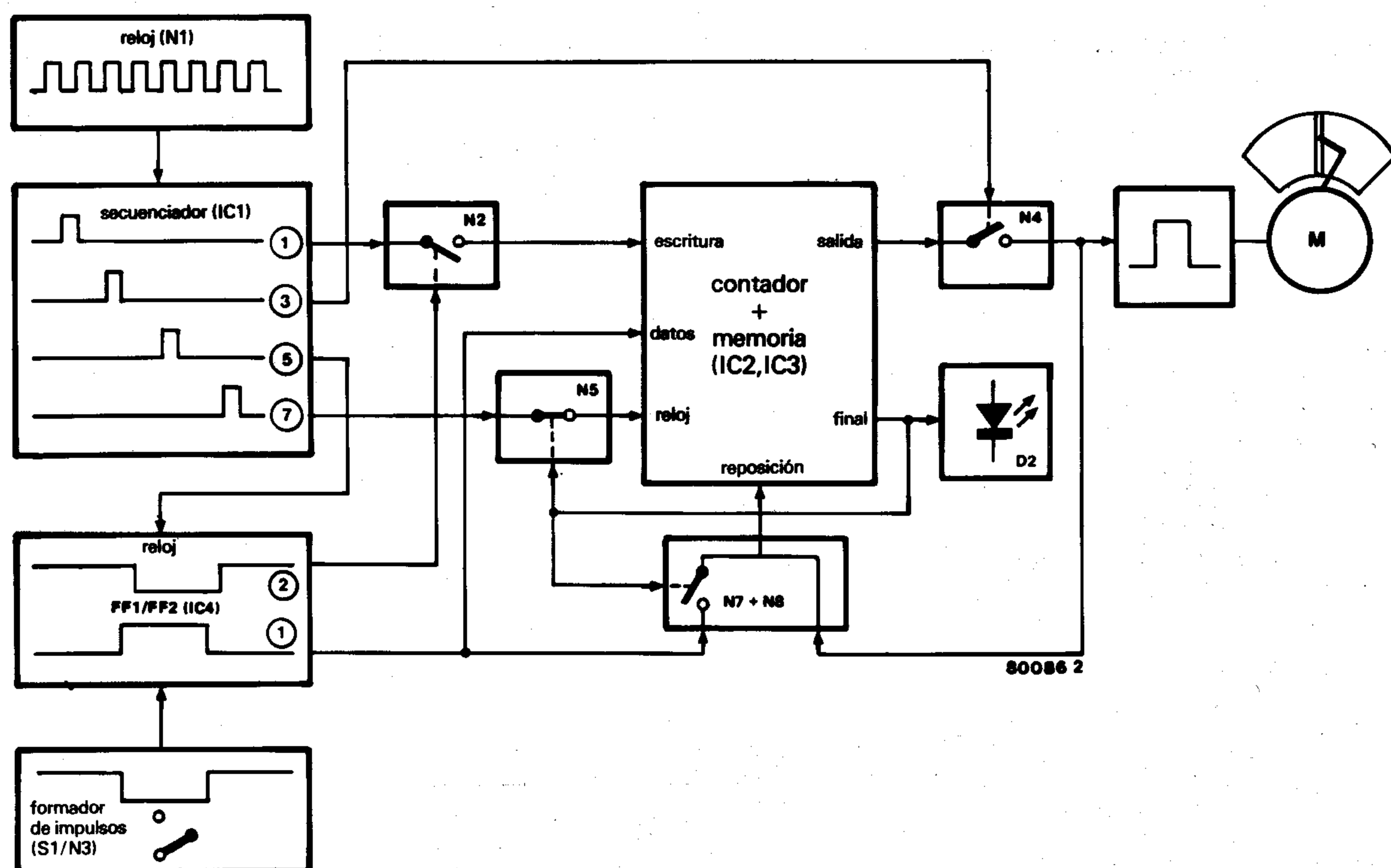
Sólo se utilizan 4 de las 10 salidas de que dispone el circuito integrado que actúa como secuenciador. En la figura 2 se quiere ilustrar cómo funcionan las distintas partes del circuito.

## El circuito

En la figura 3 se da el esquema completo del control inteligente para limpia-parabrisas. La puesta en marcha del motor del limpia-parabrisas se efectúa por medio de un relé, de modo que cuando el relé se activa el motor entra en funcionamiento. Veamos en primer lugar el control de este







**Figura 2. Esquema sinóptico ampliado.**

**relé. El generador de reloj está formado en torno a N1. A partir, prácticamente, del momento en que se le aplica tensión este generador produce una frecuencia bastante elevada (varios kHz) cuyo valor queda determinado por C2 y R3. Cuando C1 está suficientemente cargado, D1 entra en conducción manteniendo alto el nivel de tensión en el punto de conexión de C2 y R3. Esto obliga a que el oscilador oscile con una frecuencia bastante más baja (aproximadamente 25 Hz) debido al mayor valor de la constante de tiempo (R4, C3).**

La salida del reloj principal se envía a IC1, un circuito integrado 4017, que es el secuenciador mencionado anteriormente. En éste, la salida Q1 está en nivel alto durante el segundo período del reloj principal, la salida Q5 durante el sexto período, etc... La memoria (IC2) es un sencillo circuito 2102 cuyas entradas de dirección (A0...A9) están conectadas directamente al contador binario (IC3). IC4 contiene dos básculas biestables (flip-flops) de tipo D. Estas funcionan del siguiente modo: cuando se lleva el conmutador S1 a su posición de trabajo (es decir, se conecta a +12 V), la salida de N3 pasa a estado bajo. Este cero se envía a la entrada D (patilla 5) de la primera báscula biestable (FF1). En la primera transición hacia el estado alto de la salida Q5 de IC1 este «0» pasa a la salida Q (patilla 1) y su inverso a la salida Q (patilla 2) de la primera báscula biestable. La segunda báscula (FF2) de IC4 permanece todavía sin cambio, es decir, todavía está leyendo la

«vieja» condición de la primera báscula, obtenida con el primer impulso de reloj. Con el segundo impulso procedente de la salida Q5 de IC1 la segunda báscula hace pesar el nuevo valor (invertido claro está) desde su entrada D a su salida Q. Durante este segundo impulso, la segunda báscula permanece sin cambio a no ser que se haya actuado de nuevo el conmutador S1, pasándolo a su posición de reposo (conectado a masa). El cambio de nivel de señal en la entrada D de la primera báscula de IC4 es transferido a la salida Q de la segunda báscula después de 2 impulsos producidos por



la salida Q5 de IC1. El último circuito integrado es un multivibrador monoestable activado por la transición hacia estado bajo de un impulso. Cuando el nivel de su entrada (patilla 5) pasa a estado bajo, su salida (patilla 6) pasa a estado alto durante un intervalo de tiempo que está determinado por los valores de R10 y C5. Cuando esta salida está en estado alto el transistor C2 entra en saturación y se excita el relé. Lo que acabamos de decir explica a grandes rasgos el funcionamiento de los componentes más importantes del circuito.

Vamos a entrar a continuación en más detalles, que aquellos lectores que lo deseen pueden omitir si no quieren profundizar en el manejo de memorias. Normalmente cuando el limpiaparabrisas está en reposo, el punto común de S1 está conectado a masa. Por tanto, la entrada de M3 está en estado bajo y su salida en estado alto (supuesto que existe tensión de alimentación, claro) como el reloj principal comienza a oscilar inmediatamente después que se ha aplicado tensión de alimentación, la información presente en la entrada D de la primera báscula (1) se trasfiere a la salida tan pronto como la salida Q5 del secuenciador IC1 pasa a estado alto. Esto hace pasar a estado bajo la entrada de datos de IC2. La salida Q de FF2 pasará a estado alto con el siguiente impulso presente en la salida Q5 de IC1. Dado que la salida de N2 sólo está en estado bajo si sus dos entradas están simultáneamente en estado alto, IC2 estará en modo escritura siempre que Q1 de IC1 y Q de FF2 estén en estado alto. Supongamos que la salida de N6 esté en estado alto, inmediatamente después de conectar la tensión de alimentación. En ese caso, la salida de N5 será sólo función de la señal procedente de la salida Q7 de IC1. De este modo la señal de reloj procedente del secuenciador se aplica, a través de N5, al contador IC3, el cual incrementa progresivamente la dirección de memoria. Se escribe así «O» en cada posición de la memoria. Después de un máximo de 1.024 impulsos procedentes de la salida Q5 del secuenciador, la sali-



da Q11 de IC3 pasa a estado alto, pasando la salida de N6 a estado bajo, con lo que se impide que los impulsos de reloj lleguen a IC3. En este momento el circuito está dispuesto para ser utilizado y el diodo LED D2 se enciende. Todo esto se produce en un intervalo de un segundo como máximo ya que, como hemos dicho antes, la frecuencia del reloj principal alcanza un valor elevado inmediatamente después de conectar la tensión de alimentación.

Cuando se lleva el conmutador S1 a su posición de trabajo, y se le deja en esa posición, la entrada D de la báscula FF1 pasa a estado bajo. La entrada D de IC2 pasará a estado alto con la siguiente transición positiva de la salida Q5 de IC1. Pero como la salida Q de FF2 está todavía en estado alto, aún es posible escribir en la memoria. Dado que por otra parte en este momento, la salida Q11 de IC3 y la salida de N4 están también en estado alto, cuando la Q de FF1 pasa a estado alto el contador es puesto en 0 (a través de N7 y N8). Tan pronto como la salida Q11 de IC3 pasa a 0, los impulsos del

reloj procedentes de la salida Q7 del secuenciador llegarán, a través de N5, al contador, haciéndole avanzar. Como es precisamente ahora cuando aparece tal impulso, el contador se pone en «1», con lo que queda seleccionada la primera posición de la memoria. Como el secuenciador emite a



continuación un impulso de reloj por su salida Q1, se puede escribir en la memoria el «1» de la salida Q de FF1. El siguiente impulso de reloj es dirigido por la salida Q3 del secuenciador y se aplica a una de las entradas de N4 (patillas 2) que recibe por la otra entrada (patilla 1) el contenido de la memoria (la cual ha pasado a modo lectura tan pronto como ha desaparecido el impulso de reloj procedente de la salida Q1 del

secuenciador). De este modo la salida de N4 pasa a estado bajo durante el impulso de reloj emitido por la salida Q3 del secuenciador, lo cual provoca la excitación, a través de relé y por tanto se produce un recorrido completo del limpiaparabrisas. Cuando la salida de N4 pasa a estado bajo se produce, a través de N7, la puesta a 0 del contador.

El siguiente impulso de reloj emitido por el secuenciador aparece por su salida Q5. Este impulso transfiere la información presente en la entrada de FF2 hacia la salida, con lo cual la salida Q de FF2 pasa a estado bajo impidiendo toda escritura en la memoria. Con el impulso del reloj procedente de la salida Q7 del secuenciador, el contador pasa al valor «1» y la memoria, que está en modo lectura, entrega el contenido de su primera posición, es decir, un «1». El siguiente impulso de reloj entregado por la salida Q1 del secuenciador es inoperante, ya que la escritura en la memoria está bloqueada por el estado bajo de la salida Q de FF2. El impulso de reloj de la salida Q3 del secuen-

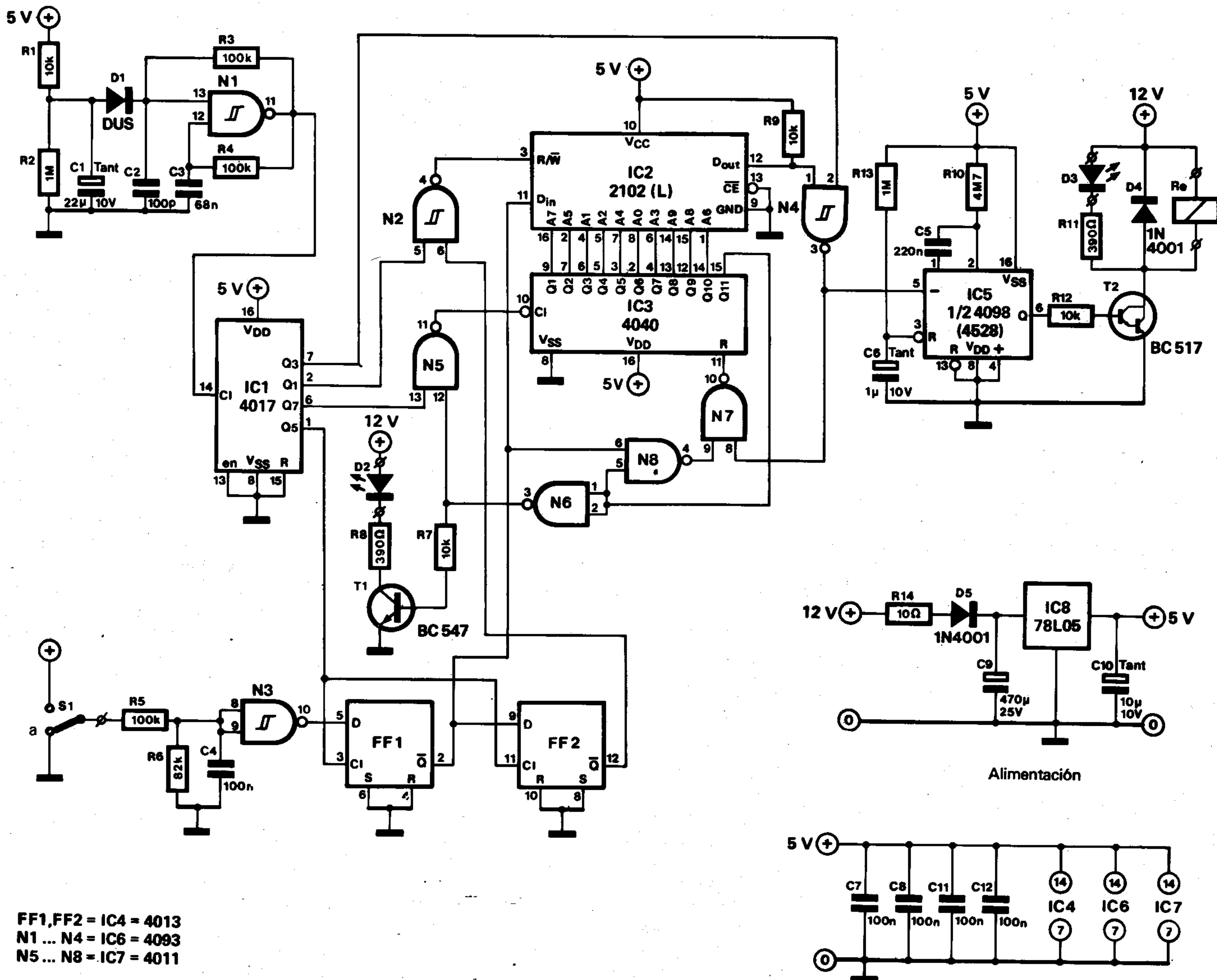


Figura 3. Circuito del limpia-parabrisas inteligente. El relé debe ser capaz de conmutar 5 amperios por lo menos.



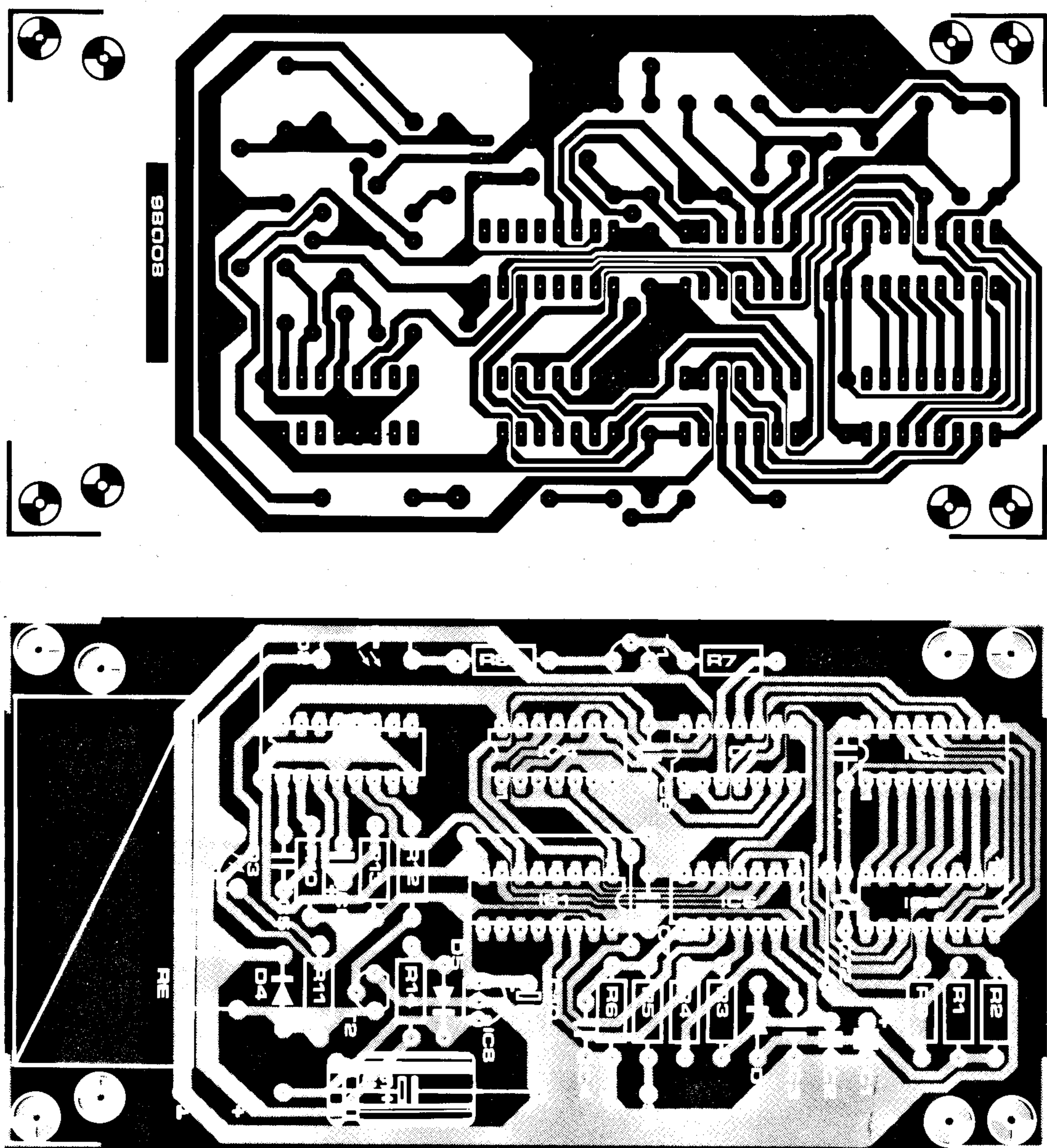


Figura 4. Placa de circuito impreso y disposición de componentes para el limpia-parabrisas inteligente.

Lista de componentes

Resistencias:

- R1,R7,R9,R12 = 10'k
- R2,R13 = 1 M
- R3,R4,R5 = 100 k
- R6 = 82 k
- R8,R11 = 390 Ω
- R10 = 4M7
- R14 = 10 Ω

Condensadores:

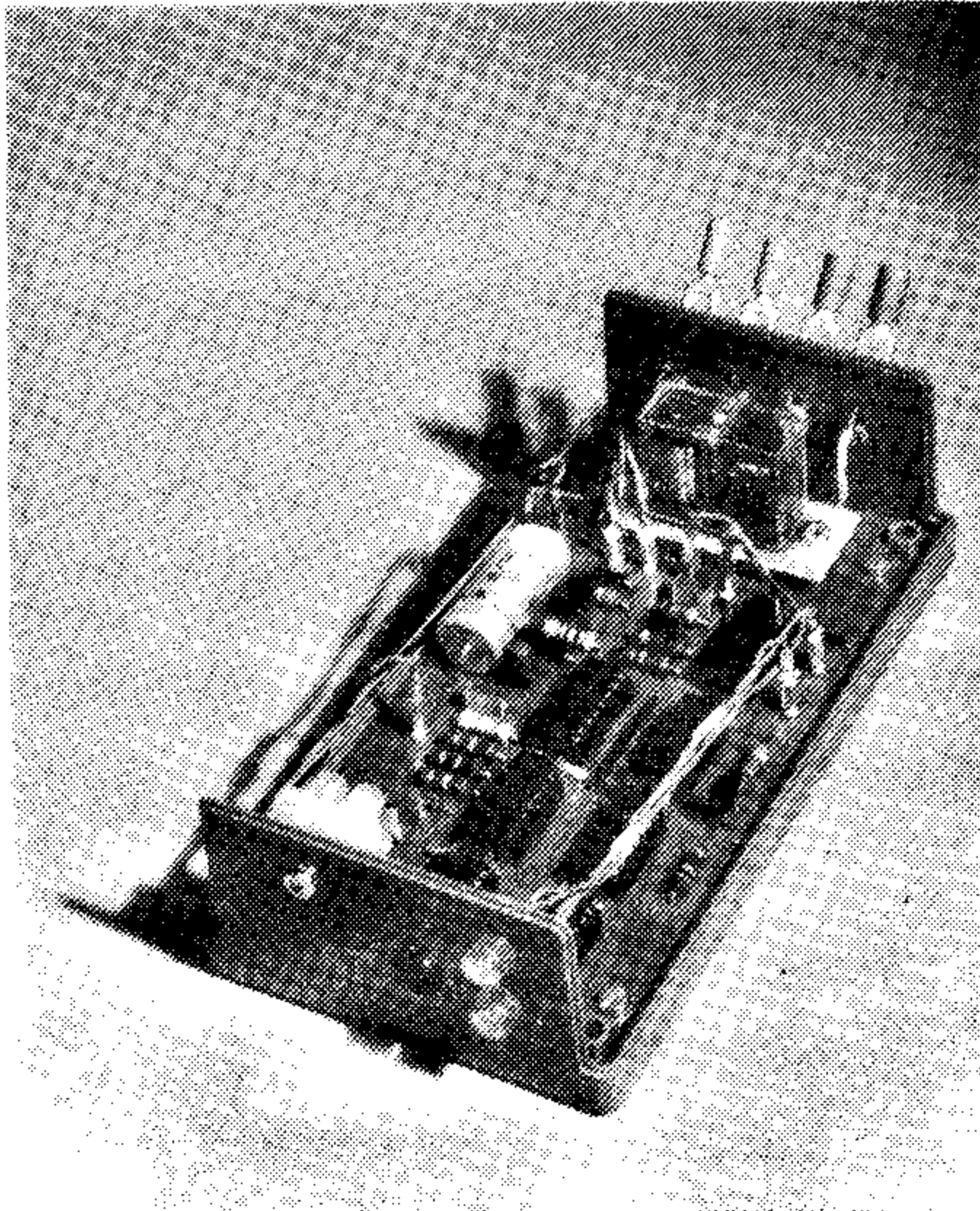
- C1 = 22 μ/10 V tántalo
- C2 = 100 p
- C3 = 68 n
- C4,C7,C8,C11,C12 = 100 n
- C5 = 220 n
- C6 = 1 μ/10 V tántalo
- C9 = 470 μ/25 V
- C10 = 10 μ/10 V tántalo

Semiconductores:

- D1 = DUS
- D2,D3 = LED
- D4,D5 = 1N4001
- T1 = BC 547
- T2 = BC 517 (Darlington)
- IC1 = 4017
- IC2 = 2102 (L) 1024 x 1 (memoria)
- IC3 = 4040
- IC4 = 4013
- IC5 = 4098, 4528
- IC6 = N1 ... N4 = 4093
- IC7 = N5 ... N8 = 4011
- IC8 = 78L05

Varios:

- S1 = conmutador
- Re = relé de 12 V p.e. Bosch
- cápsula OKW tipo 90-30-087





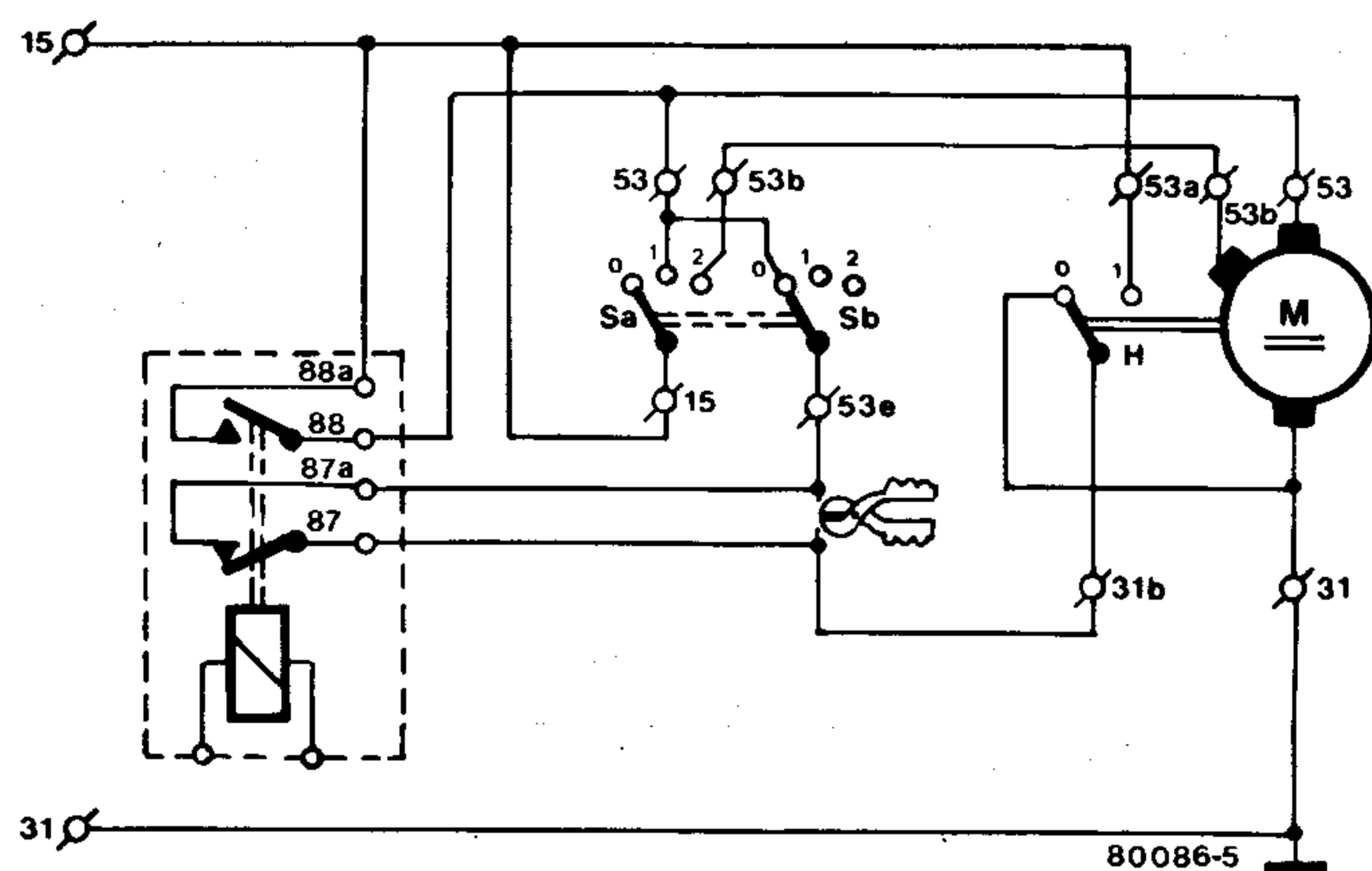


Figura 5. Conexión del limpiaparabrisas inteligente en el circuito eléctrico de un coche. El recuadro de trazos contiene los contactos del relé.

na como para los contactos) y deberá tener por lo menos 2 contactos (figura 5), uno normalmente abierto (señalado como 88 y 88a en la figura 5) y otro normalmente cerrado (señalado como 87 y 87a). Los contactos deben poder soportar por lo menos 5A (aunque se aconseja que sean de 10A). Es, igualmente, muy importante que la intensidad de la bobina no sobrepase los 400 mA que es el límite de seguridad del T2 (BC 517).

## Conexiones

La conexión de este circuito puede suponer algún problema si no se tiene ningún conocimiento previo de los circuitos de control del limpiaparabrisas. Pero no hay ninguna razón para asustarse, la mayoría de ellos son bastante sencillos y rápidamente comprensibles...

Veamos la figura 5. El mayor problema está en el conmutador H, ya que suele estar disimulado en alguna parte de la mecánica



de las escobillas. Por otra parte, hay tantos tipos de conmutadores como de fabricantes de limpiaparabrisas. Lo primero que hay que preguntarse es si el conmutador H existe en nuestro vehículo. La comprobación es muy sencilla. Cuando se para el parabrisas con el botón previsto para este efecto, las escobillas suelen volver ellas solas al principio de su recorrido. Si esto es así, puede usted suspirar aliviado. Por el contrario, si esto no es así, esta es una buena ocasión para sustituir el motor de su limpiaparabrisas por un modelo más moderno, toda vez que añadir este conmutador a su antiguo motor no es una de las cosas que pueden hacerse fácilmente.

El otro conmutador, señalado en la figura 5 como Sa y Sb, es el conmutador normal para accionar los limpiaparabrisas. El tipo presentado es el clásico de 2 velocidades. Los números indicados junto a las bornas del motor y del conmutador (15, 51, 53, etc.) son las designaciones que siguen las normas DIN, lo cual quiere decir que su coche puede tenerlas o no. Nosotros las utilizaremos por razones de claridad.

Se trata de saber ahora cómo identificar los distintos cables del motor del limpiaparabrisas. Para ello sólo es necesario una bombilla de 12V provista de 2 cables de conexión. Uno de estos cables se conecta a masa (o al polo de la batería) y con el otro se sondan las bornas que se quieren identificar. Para estas comprobaciones no es necesario desconectar nada. Con el limpiaparabrisas parado, la bombilla sólo debe encenderse si se conecta el cable de comprobación a la borna 53. La borna 31b provocará el encendido intermitente de la bombilla al ritmo de las idas y retorno de las escobillas.

Si ahora se hace funcionar el limpiaparabrisas a la velocidad superior, la bom-

ciador provoca la excitación del relé y la puesta a cero del contador. El siguiente impulso de reloj procedente de la salida Q5 no sirve para nada mientras S1 esté en posición de trabajo; a partir de aquí, se repite la secuencia que acabamos de describir, hasta que S1 vuelva a su posición de reposo.

Cuando el interruptor S1 es llevado a su posición de reposo, el circuito empieza a contar el intervalo de tiempo entre 2 recorridos de las escobillas. El primer impulso de reloj presente en la salida Q5 del secuenciador, y siguiente a la vuelta a la posición de reposo de S1, hace llegar un «O» a la entrada Din de la memoria, y el siguiente impulso autoriza de nuevo la escritura en la memoria. De este modo, empiezan a escribirse «O» en las sucesivas posiciones de la memoria, en particular un «O» sustituye al «1» de la primera posición. El incremento del contador, y por tanto, de la memoria, se produce sin ningún movimiento del limpiaparabrisas, hasta que el conductor lo acciona de nuevo, llevándolo a su posición de trabajo, determinando así la duración del intervalo existente entre 2 recorridos del limpiaparabrisas. Una vez realizado esto, el primer impulso del reloj procedente de la salida Q5 del secuenciador hace que pase a «1» la entrada Din de IC2 (la escritura todavía está permitida) y este 1 se almacena en la posición de memoria que se haya alcanzado en ese momento y que llamaremos «n». Esta posición «n» de la memoria es seleccionada (pero en modo lectura) cuando sale por Q3 el impulso de reloj siguiente. Como N4 tiene también sus dos entradas en estado alto, durante este impulso de reloj su salida estará en O, produciéndose por un lado, a través de IC5, un recorrido de limpiaparabrisas y por otro lado, a través de N7, la puesta a O del contador. El intervalo de tiempo deseado por el conductor es así memorizado. Este intervalo es igual al tiempo utilizado por el contador para escrutar todas las posiciones de memoria comprendidas entre la primera y la enésima. Cada vez que el «1» almacenado en es-

ta última posición sea leído, el relé se excitará y el contador se pondrá en O para iniciar el ciclo siguiente.

Se elige la duración del impulso emitida por el monoestable IC5 de modo que corresponda a la duración de un recorrido completo del limpiaparabrisas. Si se aumenta el valor de la capacidad C5 pueden obtenerse 2 recorridos en lugar de 1.

El diodo D2 permanece encendido mientras la salida Q11 de IC3 esté en estado bajo, lo cual sucede al cabo de un cierto tiempo después de conectar la tensión de alimentación, siempre que S1 esté en su posición de reposo. De este modo D2 indica siempre cuando el circuito está listo para ser utilizado. Si se desea que el limpiaparabrisas funcione continuamente basta con indicar al circuito un intervalo de tiempo muy corto. Para ello debe accionarse rápidamente S1 cuando D2 está encendido.

Para terminar D2 se ilumina cuando la bobina del relé está bajo tensión. Este diodo permitirá detectar cualquier avería en el sistema.

## Construcción

La figura 4 muestra la placa de circuito impreso y la disposición de componentes de este control inteligente para limpiaparabrisas. El montaje de los componentes en el circuito impreso no debe presentar ningún problema, sobre todo si para los circuitos integrados se utilizan zócalos. Conviene, por otra parte, alojar el conjunto en una caja de plástico. Es igualmente necesario prever por lo menos 8 bornas seguras para las conexiones con el exterior: +12 V, D3, D2, el relé (3), S1 y la masa. La caja podrá sujetarse bajo el tablero de mandos o en cualquier otro lugar que se considere adecuado. En consecuencia se podrán montar los diodos LEDS sobre la caja o sobre el tablero de mandos.

El relé debe ser de 12 V. (tanto para la bobi-



billa se encenderá con la borna 53b. La borna que no produce el encendido de la bombilla es la borna 31, correspondiente a la masa del motor.

Este método de comprobación es eficaz en el 90 por 100 de los vehículos. En algunos modelos es el polo positivo de la batería el que está conectado a masa y las conmutaciones se realizan sobre el polo negativo. En ese caso el sistema de comprobación antes descrito sigue siendo válido simplemente invirtiendo las polaridades. Una vez identificados los cables conviene aclarar otros dos puntos muy importantes.

Como se ha dicho antes el conmutador H está incorporado al motor del limpia-parabrisas. Este conmutador se abre (posición «O» de la figura 5) cada vez que la escobilla llega al extremo de su recorrido y se denomina *contacto de fin de carrera* o *conmutador de parada automática*. Sólo queda ya un detalle que explicar. El conmutador H tiene de hecho dos finalidades; la primera acaba de ser descrita, la segunda consiste en cortocircuitar el motor del limpia-parabrisas cuando se actúa el interruptor general para pararlo. La razón de este cortocircuito está en la inercia mecánica del sistema que podría hacer que las escobillas iniciaran un nuevo recorrido una vez llegadas al extremo de su recorrido. El cortocircuito actúa como un freno del sistema que impide todo «rebote».

Ahora es ya una cosa bastante sencilla conectar el relé de nuestro circuito de control al circuito eléctrico del limpia-parabrisas siguiendo el esquema de la figura 5. Sólo debe cortarse un cable: el que une las bornas marcadas con 31 y 53a. ¡Ah!, que nadie nos pregunte porqué se utilizan en las normas DIN dos números para un mismo hilo, no tenemos ni la más remota idea.

## Modo de empleo

Como todo ente inteligente, nuestro control para limpia-parabrisas debe pasar su etapa de aprendizaje. Afortunadamente entiende las cosas muy rápidamente. Más exactamente podemos decir que está diseñado para funcionar tal como usted desearía. Supongamos que está usted conduciendo tranquilamente y que empieza a llover. En un determinado momento, usted acciona el interruptor del limpia-parabrisas y lo para cuando el parabrisas está limpio. El hecho de que usted disponga de un control inteligente para limpia-parabrisas no influye en este caso. Al cabo de un cierto intervalo de tiempo se hace precisa otra limpieza. Para ello usted actúa con el conmutador del limpia-parabrisas.

Pero esta vez no es necesario que usted vuelva el conmutador a su posición de reposo. El circuito inteligente de control lo hace por usted y a partir de ese instante, las escobillas realizarán un recorrido completo a intervalos de tiempo iguales al transcurrido entre las dos operaciones del conmutador. Cuando usted desee parar el parabrisas, bastará llevar el conmutador a la posición de «paro».

Todo esto está muy bien, pero todo conductor sabe que la lluvia es cualquier cosa menos coherente. ¡No hay problema!

- La lluvia se detiene. En este caso basta con llevar el conmutador a su posición de reposo como ya hemos dicho antes.

- Aumenta la intensidad de la lluvia, por tanto necesita una mayor frecuencia en su limpia-parabrisas. En ese caso, lleve el conmutador a su posición de reposo, deje transcurrir el tiempo que usted crea conveniente y conecte de nuevo el limpia-parabrisas. El circuito ha memorizado este nuevo intervalo de tiempo y lo mantendrá mientras usted no le ordene lo contrario.

- ¿Qué hace usted cuando la lluvia tiende a remitir? Pues sencillamente, después de un recorrido de las escobillas, lleva el conmutador de mando a su posición de reposo y deja transcurrir el tiempo necesario hasta que es precisa otra limpieza del parabrisas, en cuyo momento acciona usted de nuevo el conmutador. Otra vez el circuito ha memorizado el nuevo intervalo de tiempo.

¿Inteligente? ¡pues sí señor! Usted actúa normalmente el limpiador de su limpia-parabrisas cada vez que cambia la intensidad de la lluvia y el módulo hace el resto del trabajo automáticamente. ■

# el duende de elektor

## Aclaraciones

elektor, núm. 4/5, julio-agosto 1980, artículo 48

Ante las numerosas dudas que plantea el parámetro B o ancho de banda, conviene alcarar lo siguiente: Se define el ancho de banda de un circuito como la diferencia entre la frecuencia de corte superior e inferior. La frecuencia de corte de un circuito (no confundir con frecuencia de transmisión), es aquella a la que un circuito experimenta una atenuación o disminución de la ganancia de 3dB.

Lo anteriormente dicho, aplicado al artículo en cuestión queda:  $B = f_{02} - f_{01}$ . En este caso, los parámetros  $f_{02} - f_{01}$  representan las frecuencias centrales ( $f_0$ ) de cada uno de los filtros (conectados en cascada).

elektor, núm. 9, pág. 2-19

## Medidor de consumo de carburante

Debido al inusitado interés despertado por este montaje, y a la relativa dificultad para localizar los captadores de velocidad y consumo; comunicamos a nuestros lectores, que la firma TALBOT, a través de sus distribuidores de repuestos para automóviles podrá suministrar sin ningún problema, los citados captadores.

## Erratas

En el primer artículo sobre el computador de juegos TV (revista núm. 7, pág. 11-13) se han deslizado dos pequeñas erratas. La primera de ellas se encuentra en la primera columna (línea 20) y dice ROV; debe decir ROM. La segunda se halla en la línea 16 y dice 450 segundos; debe decir 450 nanosegundos.

Ninguna de estas dos erratas afectan al buen funcionamiento del montaje.

elektor, núm. 7, pág. 11-37

En vista del interés despertado por el generador de colores (y el regulador sensorial de luminosidad, Elektor, núm. 4/5) y debido a la inesperada dificultad para localizar los choques L1, L2 y L3, damos a continuación los datos para su construcción.

L1, L2 y L3 = 40 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,5 mm. sobre núcleo cilíndrico de ferrita de 10 × 70 mm. (de los utilizados en las bobinas de sintonía en AM).

elektor, núm. 11, pág. 4-40 y 4-42

El valor del condensador C9, indicado en la lista de componentes y el circuito teórico, es en ambos casos erróneo; el valor correcto de este condensador es 120 nF.

La nomenclatura de T2 indicada en la lista de componentes es falsa, mientras que la del circuito teórico es correcta, es decir T2 es un BC 516.





Actualmente los tableros de a bordo de nuestros automóviles incluyen tal cantidad de conmutadores, botones e indicadores, que, a veces, el conductor puede tener la impresión de encontrarse a los mandos de un vehículo espacial, en lugar de un automóvil. Es curioso, pero resulta una verdadera ha-

# protección para la batería

para que la batería no le deje a oscuras

¿Se olvida a menudo a apagar las luces de su vehículo?, pues despreocúpese y deje que un sustituto electrónico haga esta tarea; en lo sucesivo ya no será un problema el dejarse las luces encendidas. El circuito que se describe en este artículo controla la tensión de la batería y apaga las luces automáticamente. Funciona en cualquier tipo de vehículo que incorpore una batería de 12V. Puesto que la posesión de un coche parece ser inevitable y sobre todo cara, la instalación de un circuito de este tipo obviamente representará una reducción en el costo de mantenimiento del vehículo.

zaña acordarse sin excepción de apagar las luces del coche, por no citar los demás accesorios que igualmente reciben la energía eléctrica de la batería. Particularmente en lo que concierne a las luces de alumbrado, un momento de despiste puede obligarnos a dar un largo (¡y frío!) paseo nocturno para regresar a casa. He aquí la utilidad del circuito «inteligente» de protección para baterías.

La misión del circuito es controlar la tensión en bornas de la batería: cuando ésta descende por debajo de cierto límite de seguridad, los faros se apagan automáticamente. En otras palabras, un simple circuito electrónico toma el relevo cuando la memoria falla.

Este circuito ha sido diseñado para el automóvil, sin embargo puede utilizarse sin ningún problema en cualquier tipo de vehículo motorizado, tal como caravanas, barcos o motocicletas. En una caravana, por ejemplo, este circuito permite apagar automáticamente la televisión, mediante una llave electrónica. Esto no es más que un ejemplo que ilustra perfectamente la cantidad de energía que este pequeño circuito puede ahorrar, lo cual en un futuro próximo podría convertirse en indispensable.

El esquema del circuito se muestra en la figura 1. A primera vista puede parecer complicado, pero nada más lejos de la realidad. Si al cortar la alimentación, dejamos las luces encendidas (faros de alumbrado) el circuito comenzará su tarea de

1

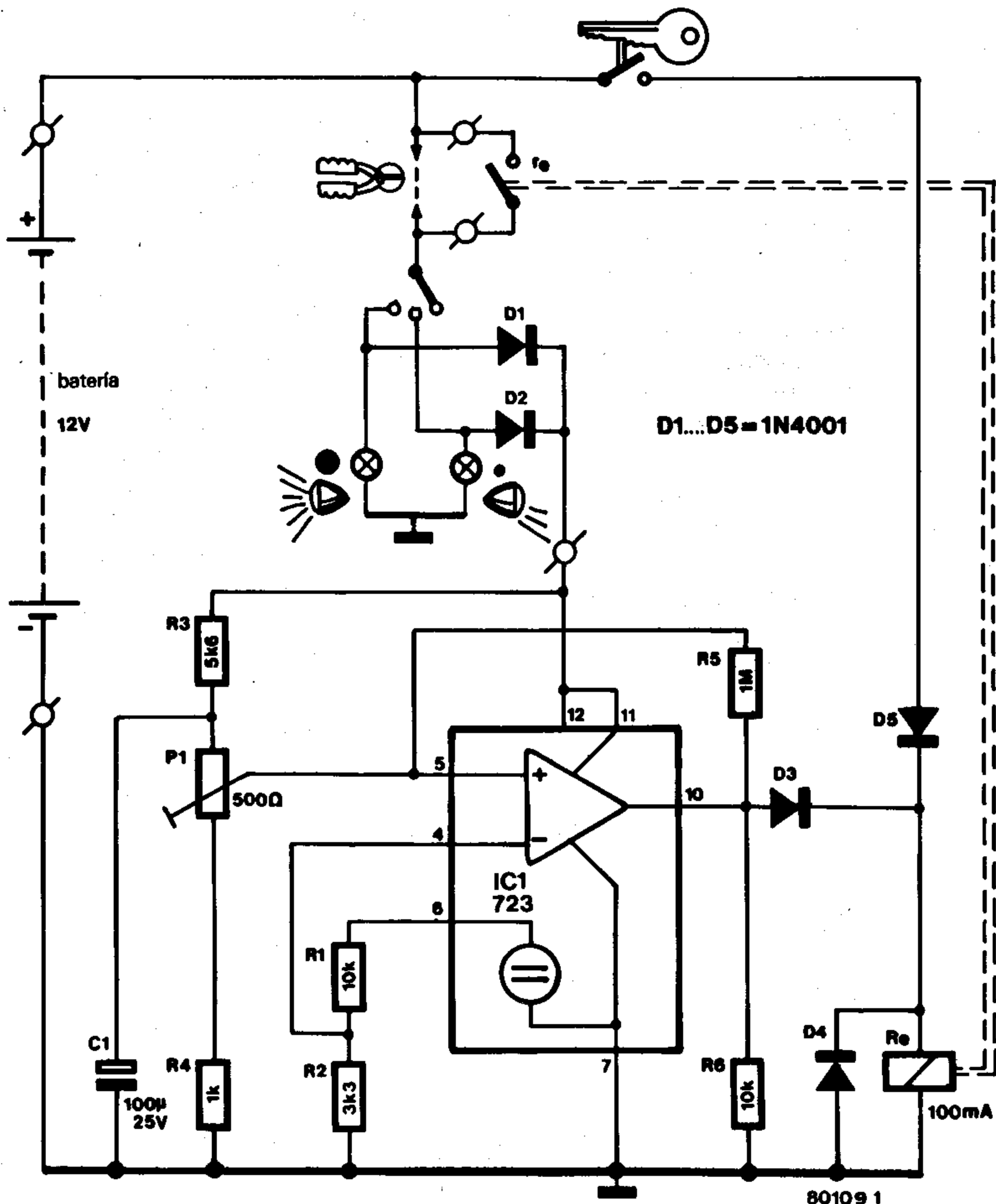


Figura 1. Circuito protector de baterías. Como puede apreciarse es necesario interrumpir la conexión original de los faros de alumbrado e intercalar un relé.



control y vigilancia; en el momento que la tensión de la batería entra en la «zona de peligro», las luces se apagan, después de haber estado encendidas un cierto tiempo. Obviamente el circuito deja de actuar cuando el motor está en marcha.

La llave dibujada en la parte superior de la figura 1 representa el interruptor de encendido (llave de contacto). Cuando éste está cerrado, el relé Re queda alimentado a través de D5. Según estén encendidas las luces de cruce o de carretera, el IC1 quedará conectado a la alimentación a través de D2 o D1 respectivamente. Siempre que la batería mantenga una carga razonable, la salida de IC1 estará a +12V, en cuyo caso Re recibirá la tensión de excitación a través de D3, aunque se haya cortado la alimentación general del vehículo. Si la tensión de la batería desciende por debajo de un nivel prefijado con antelación, la salida de IC1 tomará el valor de 0V, con lo cual el relé abrirá sus contactos apagando las luces del vehículo.

IC1 es un regulador de tensión que incluye una fuente de tensión de referencia y un amplificador operacional. En este circuito, IC1 trabaja de forma poco habitual. Un divisor de tensión formado por R3, D1 y R4, deriva de la línea positiva de alimentación, la tensión de control aplicada a la entrada inversora del amplificador operacional. Cuando la tensión de control se hace superior a la tensión de referencia, la salida del amplificador operacional será de +12V, y

2

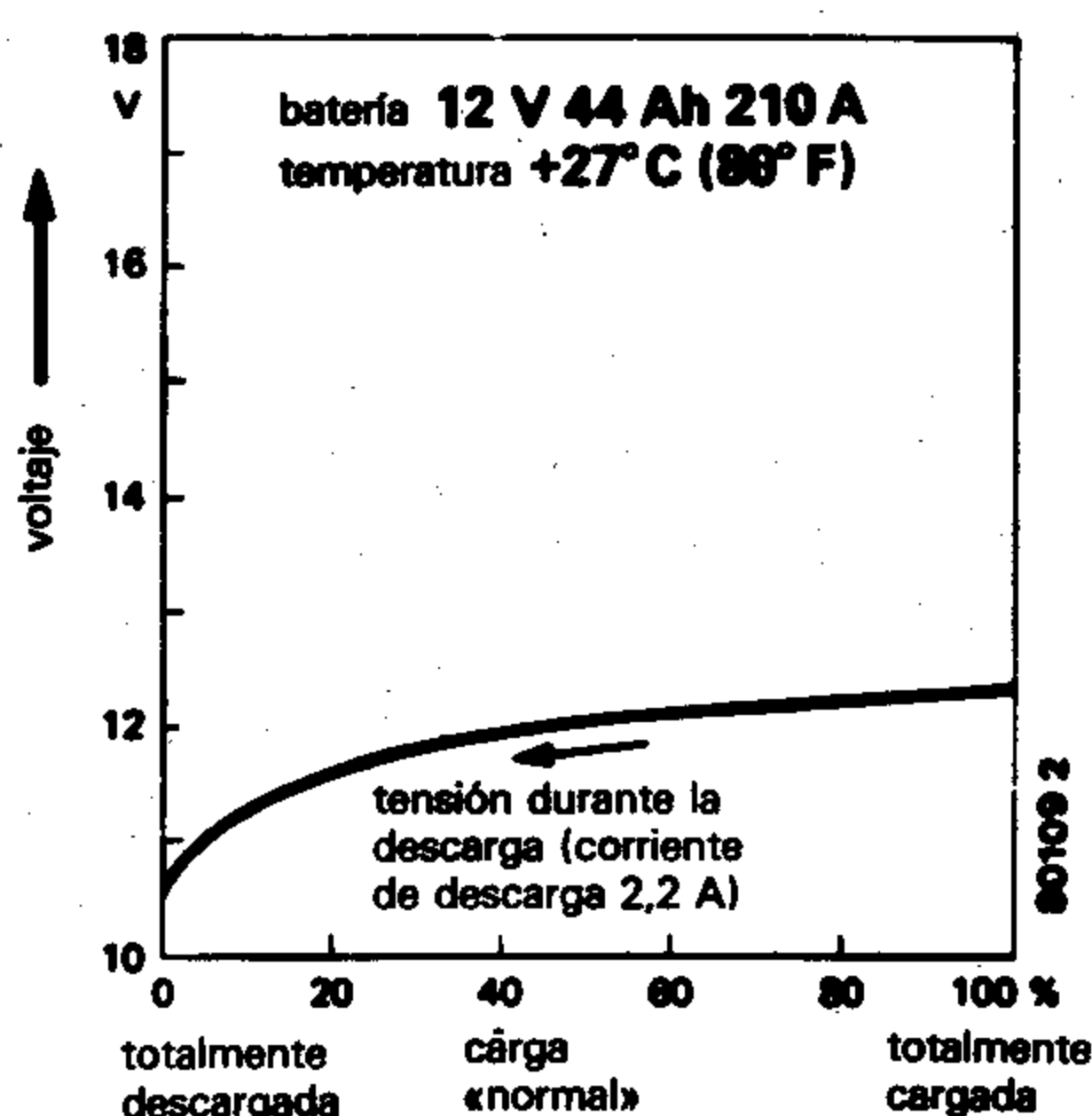


Figura 2. Curva típica de descarga de una batería standar.

por tanto el relé quedará activado. Si la tensión en bornes de la batería sufre una fuerte disminución, la caída en el cursor de P1 se verá igualmente afectada, es decir, baja su tensión. En este caso el voltaje de control se hace inferior a la tensión de referencia, con lo cual la salida del amplificador operacional pasa a 0V, y el relé abre sus contactos (las luces se apagan). Si la tensión de la batería recupera su nivel primitivo, el amplificador operacional no cambiará de estado puesto que R5 aumenta la diferencia

de tensión en las entradas del amplificador operacional. Los ingenieros denominan a este efecto «histeresis». Por otra parte, cuando el relé Re abre sus contactos, corta la alimentación de IC1. En ese caso la única manera de reactivar el circuito es actuar sobre la llave de contacto, que restaura la línea de alimentación a través de D5.

P1 ajusta el valor de la tensión en bornes de la batería, a partir de la cual se desea interrumpir la alimentación del vehículo; obviamente este valor dependerá de la calidad de la batería. Como medida de precaución debe elegirse un nivel que permita aún arrancar el coche varias veces (20...50 × 100 de plena carga), es decir, para una tensión de la batería comprendida entre 11,5V y 12V.

La curva mostrada en la figura 2 muestra la tensión de una batería de 44Ah durante el período de descarga; obviamente las demás curvas de descarga han de ser similares. Como claramente se aprecia en el gráfico, la tensión de 11,5V corresponde a una carga de aproximadamente el 20 por 100. Para que una batería esté normalmente cargada es necesario que su tensión sobrepase los 12V, es decir, una carga aproximada del 50 por 100.

La placa de circuito impreso se muestra en la figura 3. A primera vista la posición de los orificios de montaje puede parecer algo extraña, sin embargo, su finalidad es adaptar el circuito a las cajas que corrientemente se encuentran en el mercado.

#### Lista de componentes

##### Resistencias:

R1, R6 = 10 k

R2 = 3k3

R3 = 5k6

R4 = 1 k

R5 = 1 M

P1 = 500 Ω ajustable

##### Condensadores:

C1 = 100 μ/25 V

##### Semiconductores:

D1 ... D5 = 1N4001

##### Varios:

Re = relé de 12V, 100 mA max., con alto poder de corte

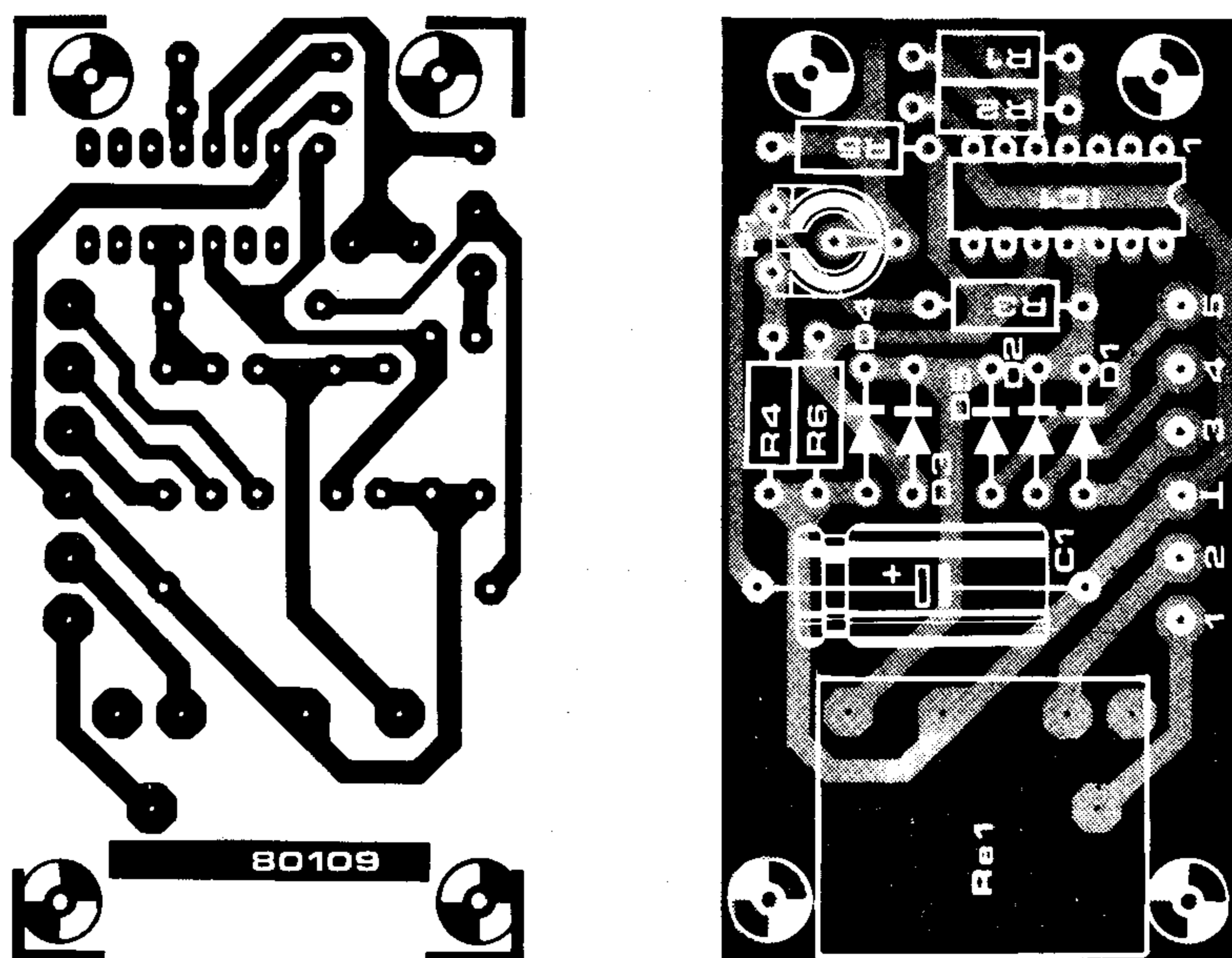


Figura 3. Circuito impreso y disposición de componentes.



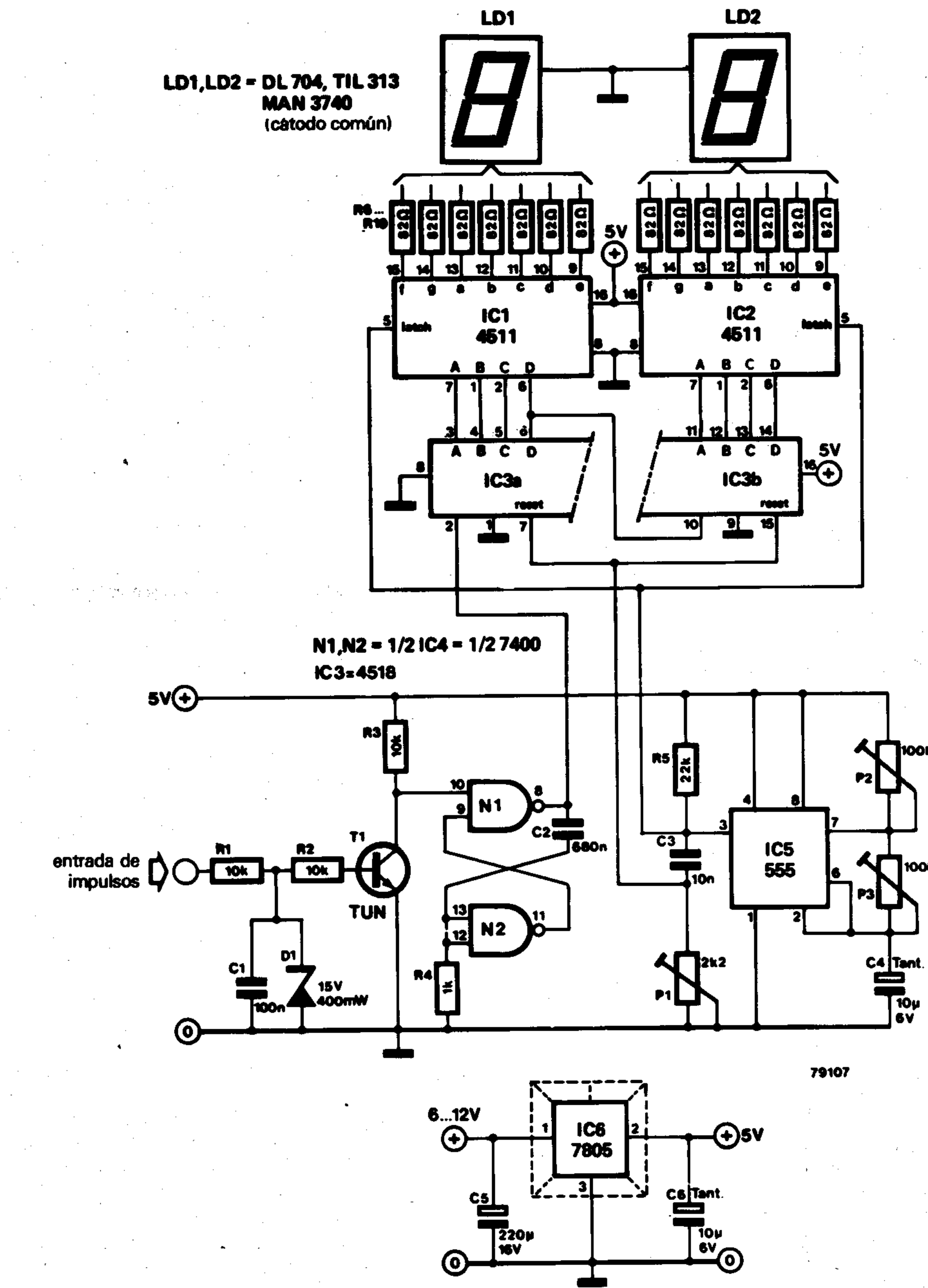
# cuenta-vueltas digital

A. Ohde

En la mayoría de los coches, la velocidad de giro del motor se visualiza mediante un indicador de aguja. Sin embargo, es perfectamente posible (y bastante útil) disponer de una indicación numérica digital de las rpm. El circuito que aquí presentamos, no sólo es sencillo y barato, sino que además es de gran efectividad.

Tipo de motor		Frecuencia del raptor (en Hz), para un régimen de 6.000 rpm.	Lectura del visualizador para 50 Hz (red)
1 cil.	2 tiempos	100	3000
2 cil.	2 tiempos	200	1500
3 cil.	2 tiempos	300	1000
1 cil.	4 tiempos	50	6000
2 cil.	4 tiempos	100	3000
4 cil.	4 tiempos	200	1500
6 cil.	4 tiempos	300	1000
8 cil.	4 tiempos	400	750

El cuentavueltas que se describe en este artículo proporciona una indicación digital de las rpm. del motor, mediante dos cifras; es decir, la indicación se da en centenas de vueltas por minuto; de modo que una velocidad de giro de 6.000 rpm. se leerá 60. El lector se preguntará por qué sólo se utilizan dos cifras; hay dos razones básicamente. En primer lugar, una precisión superior sería totalmente inútil (en la práctica 6100 rpm. y 6150 rpm. es lo mismo) y aumentaría el precio del montaje sin motivo justificado; la segunda razón es de tipo funcional: sería preciso un periodo de cuenta mayor, con lo cual el cuentavueltas no registraría las variaciones bruscas del régimen motor. El circuito es de gran simplicidad. La señal de entrada procedente del raptor, genera un tren de impulsos, cuya amplitud queda limitada por el diodo zener (D1). El acondicionamiento de los impulsos se realiza mediante el transistor T1 y el monoestable formado por N1 y N2. IC3 (doble década) cuenta los impulsos del raptor y entrega una salida BCD a los decodificadores BCD-7 segmentos que son los encargados de atacar a los visualizadores. La señal de puesta a cero del contador (base de tiempos) y la de control de puerta se obtienen de un temporizador 555 (IC5).



En este circuito existen tres ajustes diferentes. El potenciómetro P1 ajusta la longitud de los impulsos de puesta a cero. En la mayoría de los casos bastará con dejar este potenciómetro a mitad de su recorrido, aunque a veces se consigue una mayor exactitud variando su posición (o sea el lector deberá buscar el punto óptimo). La frecuencia de control de la puerta, y por consiguiente el periodo de visualización de cada medida, se ajusta mediante P2. Finalmente, el potenciómetro P3 sirve para calibrar el contador. Para ello, utilizaremos un generador de señales patrón (frecuencias exactas y conocidas), o simplemente la frecuencia de la red (50Hz), que previsiblemente resultará más asequible y por descontado tan precisa o más que la anterior. El ajuste del cuentavueltas se hará para un régimen nominal de 6.000 rpm. Cada motor, dependiendo del número de cilindros y tiempos, enviará a la entrada del circuito un número diferente de impulsos (véase en tabla adjunta las frecuencias del raptor para un régimen de 6.000 rpm.). El caso más corriente

es el de los motores de cuatro cilindros y cuatro tiempos (coches normales), para los cuales se deberá aplicar una señal de 200Hz (obtenida de un generador patrón) a la entrada del circuito y seguidamente se regulará P3 hasta conseguir una lectura del visualizador de 60. Si no se dispone de un generador patrón, puede utilizarse la frecuencia de red como señal de calibración (tensión de salida de un transformador, de 9V/100mA). En este caso (motor de cuatro cilindros y cuatro tiempos) se ajustará P3 hasta que el visualizador indique la cifra 15 (o sea 1.500 rpm.). En lo que concierne a la última línea de la tabla (8 cilindros, 4 tiempos), la lectura del visualizador debería ser 7,5 con una entrada de 50Hz; sin lo cual no es posible. Para solucionar este problema sin filtrarla, se enviará a la entrada del circuito una señal de 100Hz obtenida rectificando en doble onda la tensión procedente de un transformador de 9V (como en el caso anterior, obviamente, la señal se extraerá del secundario, es decir, de la toma de 9V).



# anti-robo astuto

¿quién quiere robar  
un coche en tan  
mal estado?

Existen muchos tipos de anti-robo, pero el que presentamos en este artículo es ciertamente poco usual. Una forma de impedir un robo, es hacer desistir al ladrón de su empeño. Nuestro anti-robo no impide que roben el coche (¡en realidad ninguno puede evitarlo!), lo que hace es defraudar al ladrón, porque ¿quién quiere robar un coche que se para a cada paso?

Incluso los anti-robos más eficaces presentan un gran inconveniente: su entrada en funcionamiento advierte al ladrón de que el vehículo dispone de un sistema de protección. Si éste es suficientemente tenaz, atrevido e inteligente, le bastará con localizar el sistema de alarma, desconectarlo y marcharse con el vehículo. Es decir, si estamos ante un profesional, entonces «adiós vehículo», pero si sólo desea tomarlo prestado durante algún tiempo, habrá tenido suerte, aunque, en estos casos, se suele encontrar el coche en un estado bastante lamentable. Los sistemas sonoros de alarma fallan igualmente por el mismo sitio; el ladrón espera a que esta se pare, o bien lo desconecta él mismo. Increíble pero cierto, no hay un sistema de anti-robo que sea totalmente eficaz.

El circuito que describimos en este artículo está diseñado para rechazar, tanto a «aficionados» como a ladrones profesionales, suponiendo, claro está, que éstos no utilizan un camión para robar el coche. Por otra parte este sistema presenta la ventaja de hacer su «trabajo» completamente solo, sin molestar a los vecinos ni alterar el silen-

como es lógico este interruptor debe ser «secreto». Ni que decir tiene que la mejor forma de esconder un interruptor, es colocarlo en un sitio bien visible, por ejemplo en medio del panel de mandos.

Volviendo al circuito propiamente dicho: IC1 es un temporizador 555, que trabaja como multivibrador. Desde el momento en que el circuito recibe tensión (S1 en posición a), el multivibrador comienza a generar una onda cuadrada de aproximadamente 0,2Hz, con lo cual se tiene un período de cinco segundos. Después de haber cortocircuitado el interruptor de encendido (lo que se llama «hacer el puente»), el ladrón hace arrancar el motor sin ningún problema, pero cinco segundos más tarde el relé recibe tensión y abre sus circuitos, con lo cual se desconecta la bobina de encendido y el motor se detiene. Algunos segundos después, nuevamente se cierra el circuito de relé y el vehículo vuelve a estar en situación normal, es decir, el ladrón puede realizar otra intención (aunque 5 segundos más tarde vuelva a pararse otra vez). En resumen, el motor funciona como si no estuviera protegido por ningún anti-robo, sin embargo, se para

1

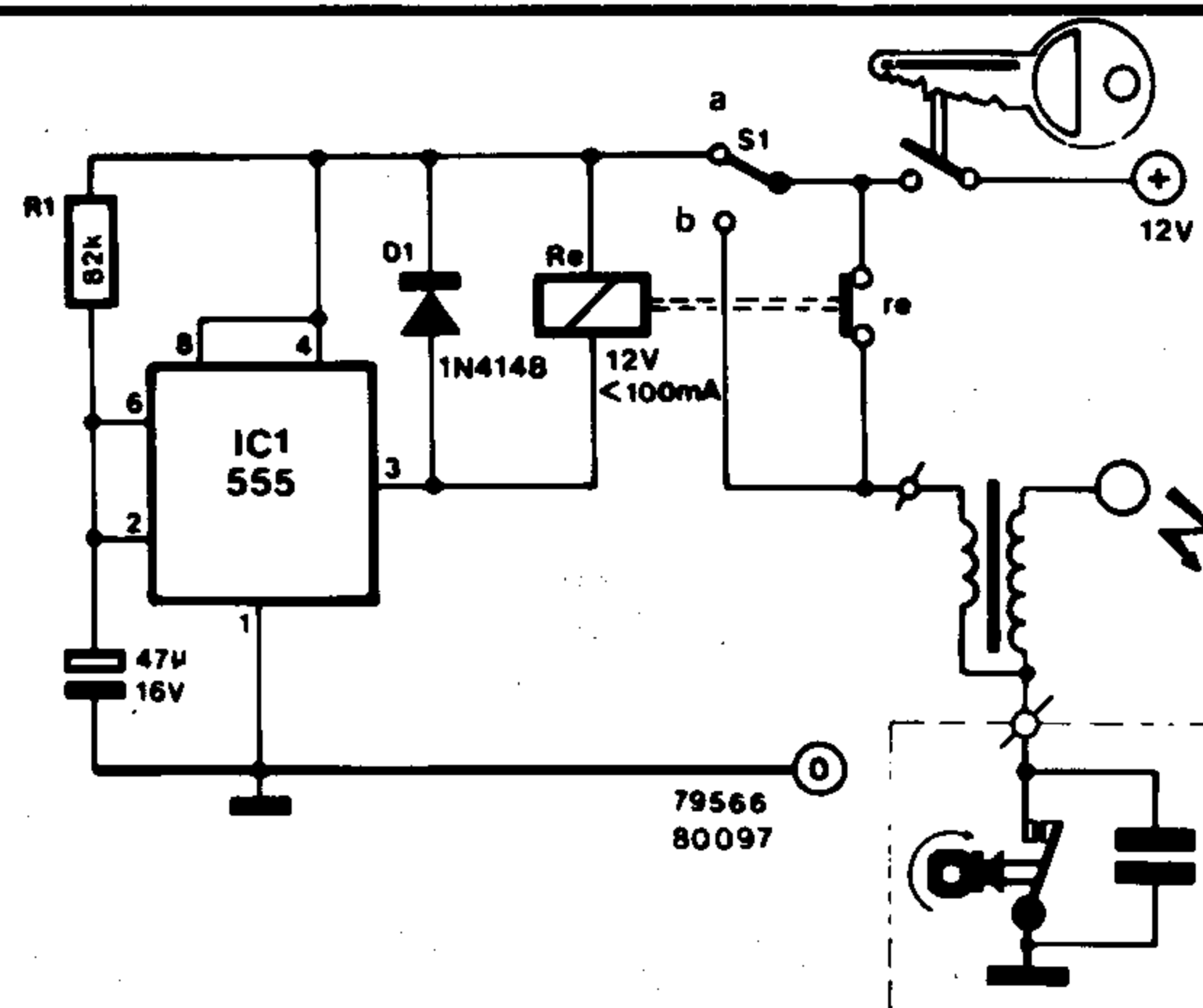


Figura 1. Solamente 6 componentes constituyen el circuito de anti-robo. ¡Más barato no puede ser!

cio nocturno. No es necesario salir corriendo en pijama a media noche, tras nuestro vehículo. Puede usted estar seguro de que el ladrón «de marras» no moverá el coche más que unos metros. ¿Cuál es el principio de un anti-robo tan eficaz? Es sencillo, el motor de su vehículo se comportará tan caprichosamente, como un coche de 20 años con agua en el depósito.

## Montaje

Se suprimirá la conexión entre el interruptor de arranque y el polo positivo de la bobina de AT (el que está conectado a +12V de la batería), y se sustituirá por los contactos de un relé (Re). En tanto no se actúe el relé, la bobina de AT quedará conectada al positivo: el motor marcha normalmente. Cuando el relé (Re) recibe tensión, la bobina queda desconectada del positivo de alimentación: no se produce chispa en las bujías, y por tanto el coche no arranca. ¡El motor ha muerto! Para arrancar nuevamente el vehículo, bastará con interrumpir la alimentación del relé Re. El circuito se muestra en la figura 1. S1 es el interruptor que pone en marcha el circuito anti-robo;

cada 5 segundos, lo que, desde luego, debe ser totalmente exasperante. Parece normal que en esas circunstancias el ladrón abandone el vehículo para probar suerte con otro coche (con la esperanza de que el dueño de la futura «presa» no sea lector de Elektor).

Obviamente cada lector podrá introducir las modificaciones pertinentes en el circuito (distinto período, más contactos, para las luces, por ejemplo, o incluso varios circuitos). R1 y C1 determinan el período del temporizador, es decir el tiempo durante el cual el motor está en marcha. Un período demasiado corto parecerá sospechoso, y demasiado prolongado obligará a buscar el coche durante largo tiempo a la mañana siguiente.

En la figura 2 se muestra la placa de circuito impreso y la disposición de componentes. Si se quiere incluir el relé en la placa de circuito impreso, éste deberá ser de tipo miniatura, si no es así, habrá que montar el relé fuera de la placa. Es aconsejable elegir un relé de tipo silencioso, o colocar el montaje en una caja insonorizada. Un sospechoso ruido de contactos al pararse el motor puede hacer fracasar a nuestro circuito.



**Resistencias**

R1 = 82 k

**Condensadores**

C1 = 47 µ/16 V

**Semiconductores**

IC1 = NE555 o equivalente

D1 = 1N4148

**Varios**

interruptor de dos posiciones en circuito  
relé de 12 V/100 mA con contactos  
para gran amperaje

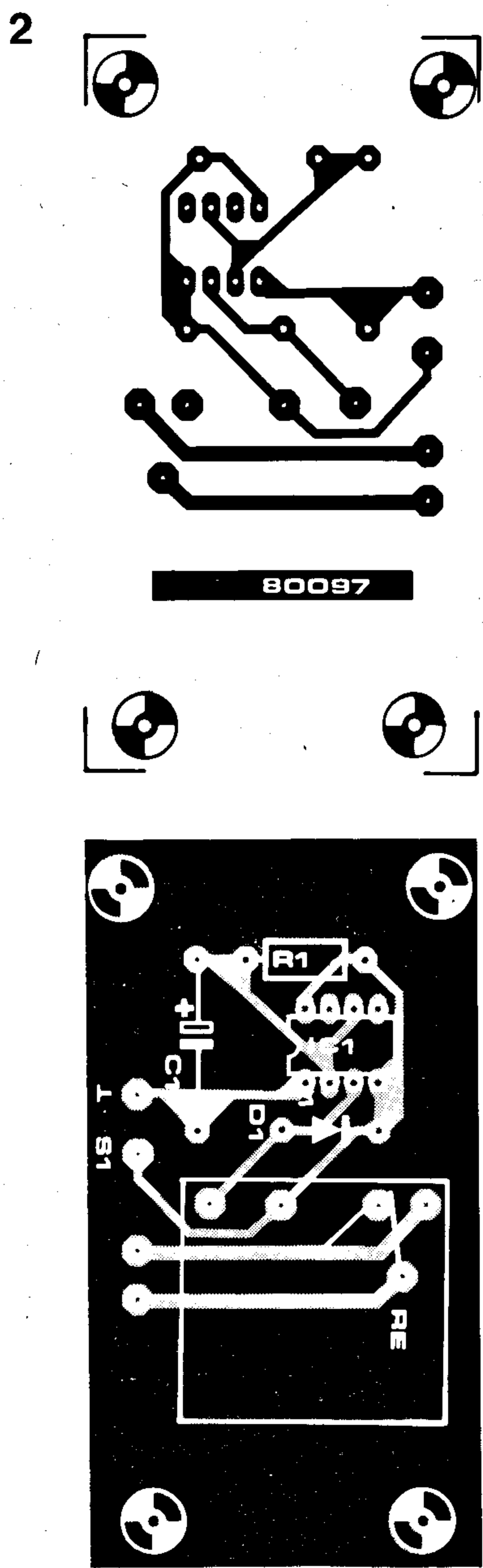


Figura 2. Circuito impreso y disposición de componentes. Re es un relé de tipo miniatura que se montará en la placa de circuito impreso. La insonorización del circuito es importante.

# visualización de textos en el Junior Computer

Como sabemos, el visualizador del Junior Computer posee la capacidad para mostrar tanto números como letras (las correspondientes al sistema hexadecimal), sin embargo, no se ha aprovechado hasta el momento la posibilidad de escribir textos en la pantalla del Junior Computer. Para hacerlo, utilizaremos un alfabeto formado por signos de 7 segmentos. De este modo podremos escribir textos que podrán ser de dos tipos: estáticos, y con movimiento. Los primeros tienen una capacidad máxima de 6 letras, y los textos con movimiento admiten hasta 256 caracteres. El movimiento del texto es similar al de los grandes visualizadores empleados en las olimpiadas, auditorios y grandes almacenes.

Basado en una idea de U. Seyffert.

Este tema será ampliamente tratado en el segundo libro del Junior Computer (de próxima aparición), sin embargo, anticipándonos a su publicación, «abriremos el apetito» de nuestros lectores con este simple, pero sumamente interesante, programa. ¿Cómo visualizar textos en la pantalla del Junior Computer? Normalmente, los datos y las direcciones se visualizan mediante la subrutina SCANDS del programa monitor, cuya función es la de visualizar un número hexadecimal (0...F) en cada dígito de la pantalla. Sin embargo, estas subrutinas no

son adecuadas para visualizar textos. El problema se ha resuelto utilizando la subrutina SHOW, junto con una tabla de datos, en la que están contenidas las informaciones relativas a la disposición de los 7 segmentos (de cada dígito), para cada letra del alfabeto. En la tabla 1 se muestran los códigos correspondientes a cada letra del alfabeto y algunos de los signos más corrientemente utilizados. Para la realización de esta tabla nos hemos basado en las ideas sugeridas por uno de nuestros lectores. Obviamente, las letras que incluyen líneas diagonales (tal como la K, M, N, U, V, W, X e Y) habrán de ser adaptadas al visualizador del Junior Computer (segmentos verticales u horizontales). La experiencia nos ha demostrado que el ojo y el cerebro, rápidamente se acostumbran a este nuevo formato de escritura. A continuación examinaremos un pequeño programa que nos permitirá visualizar, en modo permanente, una palabra de 6 letras. Al igual que se muestra en la portada de la revista n.º 6 y del libro «Junior Computer», utilizaremos como ejemplo la palabra «Junior». El listado del programa JUNIOR se muestra en la figura 2. En esta tabla la subrutina SHOWDS es la propia subrutina SHOW con algunas ligeras modificaciones. La tabla de datos que contiene la información relativa a los caracteres visualizados se denomina TXT (tabla de textos). El registro índice «Y» trabaja como contador y como índice de textos. El valor contenido en el registro «Y» varía entre 00 y 05 y actúa como registro índice para los caracteres visualizados. Si tras una instrucción INY, el registro índice «Y» alcanza la cifra 06, el valor de este registro pasará a ser 00 (salto a la subrutina DISM-



Table 1.

0	40	E	06	o	23
1	79	e	04	P	0C
2	24	F	0E	q	18
3	30	G	42	r	2F
4	19	g (9)	10	S	52
5	12	H	09	S (5)	12
6	02	h	0B	t	07
7	78	i	7A	u	63
8	00	i	6F	V	41
9	10	j	72	W	01
A	08	K	0A	X	36
a	20	L	47	Y	11
b	03	l	4F	Z	64
C	46	M	48	—	3F
c	27	n	2B	=	37
d	21	0 (0)	40	sp	7F

Tabla 1. Código de las letras del alfabeto y signos más utilizados

PX para comenzar otra vuelta). Durante el desarrollo de la subrutina SHOWDS, el registro «Y» contiene el valor del período de tiempo que cada dígito debe permanecer en pantalla. Por esta razón, el valor previo contenido en el registro «Y» (contador del visualizador/índice de textos) debe ser salvaguardado en la dirección TEMPY (0004), antes de producirse la bifurcación a la subrutina SHOWDS.

El registro índice «X» desempeña una función similar a la que cumplía en la subrutina SHOW: esta funciona como interruptor de los dígitos de pantalla, a través de la puerta B (registro de datos). En otras palabras la información contenida en el re-

gistro X (08, 0A, 0C, 0E, 10 y 12, consecutivamente) llega al registro de datos de la puerta B para pasar, secuencialmente, a cada uno de los dígitos del visualizador.

Textos en movimiento

El poder visualizar textos estáticos en la pantalla del Junior Computer es una buena

cosa; sin embargo, puede llegar a resultar monótono ya que la máxima longitud permitida de los mismos es de 6 letras. Este problema nos hace desear una segunda posibilidad, que consistiría en actualizar el visualizador cada cierto período de tiempo. De esta forma podrían escribirse largos textos en lugar de simples palabras de 6 letras. Para llevar a cabo esta tarea nos auxiliaremos del programa JUNTXT mostrado en

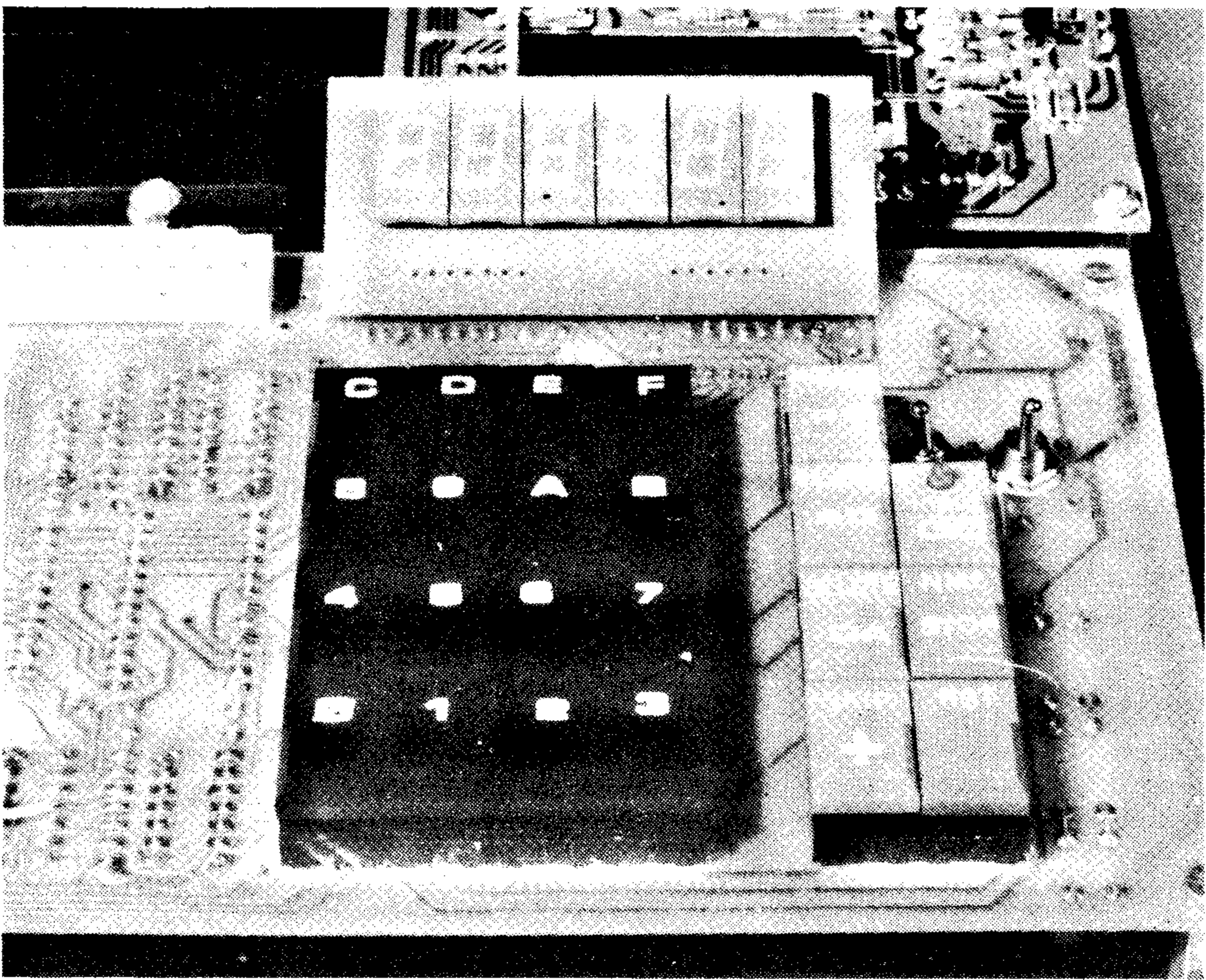


Tabla 2. Listado del programa para visualizar (estáticamente) la palabra «JUNIOR»

JUNIOR	0200	A9 7F	LDA # 7F	PA0...PA6 son las salidas comienzo desde D11 contador de visualizador «Y» = 00 memorizar el contador del visualizador visualiza primer/último carácter salvaguardar el contador del visualizador incrementa el contador del visualizador ¿se han llenado los 6 dígitos? en caso afirmativo, comienza de nuevo si no, llena el siguiente dígito carga el código de los 7 segmentos lleva al código de los segmentos a la puerta A enciende el visualizador
	0202	8D 81 1A	STA-PADD	
DISMPX	0205	A2 08	LDX # 08	
	0207	A0 00	LDY # 00	
ONEDIS	0209	84 04	STYZ-TEMPY	
	020B	20 17 02	JSR-SHOWDS	
	020E	A4 04	LDYZ-TEMPY	
	0210	C8	INY	
	0211	C0 06	CPY # 06	
	0213	F0 F0	BEQ DISMPX	
	0215	D0 F2	BNE ONEDIS	efectúa un retraso cuando Y = FF (borrado) por la puerta A
SHOWDS	0217	B9 30 02	LDA-TXT, Y	
	021A	8D 80 1A	STA-PAD	
	021D	8E 82 1A	STX-PBD	
	0220	A0 7F	LDY # 7F	
DELAY	0222	88	DEY	
	0223	10 FD	BPL DELAY	
	0225	8C 80 1A	STY-PAD	
	0228	A0 06	LDY # 06	
	022A	8C 82 1A	STY-PBD	
	022D	E8	INX	apaga el visualizador
	022E	E8	INX	
	022F	60	RTS	
TXT	0230	61	"j"	
	0231	63	"u"	
	0232	2B	"n"	
	0233	6F	"i"	
	0234	23	"o"	
	0235	2F	"r"	
				tabla de texto Y = índice de textos (Y = 00...05)



Tabla 3. Listado del programa JUNTXT para visualizar textos en movimiento

JUNTXT	0200	A9 7F	LDA # 7F	
	0202	8D 81 1A	STA-PADD	PA0...PA6 son las salidas
	0205	A5 00	LDAZ-NUM	carga el contenido de NUM (0000)
	0207	38	SEC	en el acumulador C = 1
	0208	E9 05	SBC # 05	
	020A	85 02	STAZ-NUMCOR	NUMCOR = NUM menos 05
BEGIN	020C	A9 00	LDA # 00	
	020E	85 01	STAZ-NUMVAR	primer texto del visualizador
DSTIME	0210	A9 6F	LDA # 6F	
	0212	85 03	STAZ-DISCNT	determina el tiempo de permanencia del texto
DISMPX	0214	A2 08	LDX # 08	comenzar desde Di1
	0216	A0 00	LDY # 00	contador del visualizador
ONEDIS	0218	84 04	STYZ-TEMPY	almacena el contenido del visualizador
	021A	98	TYA	carga Y en el acumulador
	021B	18	CLC	C = 0
	021C	65 01	ADCZ-NUMVAR	A ← Y + (0001)
	021E	A8	TAY	carga el acumulador en Y
	021F	20 39 02	JSR-SHOWDS	visualiza primer/último carácter
	0222	A4 04	LDYZ-TEMPY	salvaguarda el contenido del contador del visualizador
	0224	C8	INY	incrementa el contador del visualizador
	0225	C0 06	CPY # 06	¿se han llenado los 6 dígitos?
	0227	F0 02	BEQ TMECHK	en caso afirmativo, inicia el período de comprobación
	0229	D0 ED	BNE ONEDIS	si no, llena el siguiente dígito
TMECHK	022B	C6 03	DECZ-DISCNT	¿ha transcurrido ya el período?
	022D	D0 E5	BNE DISMPX	si no, repite el texto actual
	022F	E6 01	INCZ-NUMVAR	en caso afirmativo, cambia de texto
	0231	A5 02	LDAZ-NUMCOR	
	0233	C5 01	CMPZ-NUMVAR	¿es el final del texto?
	0235	B0 D9	BCS DSTIME	si no, visualiza el siguiente texto
	0237	90 D3	BCC BEGIN	en caso afirmativo, comienza de nuevo
SHOWDS	0239	B9 00 03	LDA-TXT, Y	
	023C	8D 80 1A	STA-PAD	
	023F	8E 82 1A	STX-PBD	
	0242	A0 7F	LDY # 7F	
DELAY	0244	88	DEY	ver el programa «JUNIOR»
	0245	10 FD	BPL DELAY	que aparece en la Tabla 2.
	0247	8C 80 1A	STY-PAD	Los datos del texto se encontrarán
	024A	A0 06	LDY # 06	en la Tabla 4 (TXT = 0300)
	024C	8C 82 1A	STY-PBD	Indice de textos = Y + el valor de NUMVAR
	024F	E8	INX	
	0250	E8	INX	
	0251	60	RTS	

la figura 3. Su funcionamiento es muy parecido al programa utilizado para visualizar textos estáticos. En realidad se trata de una versión ampliada del programa JUNIOR (tabla 2). En este programa se utilizará la totalidad de la página 03 para memorizar los datos del texto; es decir, 256 caracteres (de momento, más que suficiente para la versión base del Junior).  
Nuevamente, este programa emplea la subrutina SHOWDIS, pero a diferencia del anterior, la tabla de textos TXT se sitúa a partir de la dirección 0300. En este caso el registro «Y» se emplea únicamente como contador del visualizador, y no como índice de textos. Por otra parte la porción de texto a visualizar se calcula sumando el valor instantáneo del registro «Y» con el contenido de la dirección NUMVAR (0001). El valor contenido en NUMVAR será el mismo durante el tiempo que un texto permanece en el visualizador (este período de tiempo puede variarse cambiando el dato contenido en la dirección 0211). Tan pronto concluya este período de tiempo, el contenido de la dirección NUMVAR se incrementará en una unidad, con lo cual la línea completa de textos se desplaza un lugar ha-

Tabla 4. ¡El Junior computer tiene un mensaje para Usted!

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0300	7F	7F	7F	7F	7F	7F	09	40	47	08	7F	47	06	7F	09	08
0310	03	4F	08	7F	06	47	7F	61	63	2B	6F	40	2F	7F	52	7A
0320	7F	09	08	7F	52	7A	21	40	7F	46	08	0C	08	64	7F	21
0330	06	7F	47	47	06	10	08	7F	09	08	52	07	08	7F	08	18
0340	63	7A	7F	06	12	08	06	7F	06	52	7F	52	63	7F	48	74
0350	27	2F	23	27	23	48	0C	63	07	20	21	23	2F	7F	7F	7F

0000 (NUM) = 5F

cia la izquierda, haciendo aparecer una nueva letra en el dígito de la derecha. Cuando el contenido de NUMVAR sea mayor que el de la dirección NUMCOR, se volverá nuevamente al principio, pudiendo así visualizar completamente el texto. Esto se debe a que el contenido de NUMCOR es de 05 unidades menor que el valor de la dirección NUM. El byte de orden inferior, perteneciente al último byte utilizado en la tabla de textos, deberá almacenarse en la dirección 0000 (NUM). En otras palabras, si el último carácter de la tabla de textos se ha

almacenado en la dirección 0332, deberá memorizarse el valor 32 en la dirección 0000 (NUM).  
En la figura 4 se da un pequeño ejemplo de texto que pondrá de manifiesto la utilidad del programa JUNTXT (Tabla 3). El texto contiene un mensaje para todos los lectores de Elektor que sigan la serie de artículos dedicados al Junior Computer. Como medida de precaución se deberán llenar los 6 últimos espacios de cada texto con «blancos» (código 7F) para evitar confusiones entre el principio y fin de dos mensajes.



# los vocoders hoy

**ha llegado  
la música que habla**



De hecho no es sorprendente que los vocoders hayan suscitado tanto interés en tan poco tiempo. En el curso de los últimos años la música pop es un campo en el que todos los efectos producidos sintéticamente producen una admiración creciente. Si a esto se le añade el atractivo innegable que ejerce la posibilidad de producir artificialmente palabras (lo cual no constituye ninguna novedad, ya que lleva siglos intentándose), nos encontramos con dos sólidos argumentos en favor de los vocoders.

## Un poco de historia

Aunque la producción sintética de la palabra no es el objetivo principal de un vocoder, no es menos cierto que las primeras experiencias realizadas en esta dirección se encuentran ligadas a los principios de la historia del vocoder.

El primero en obtener resultados positivos en este campo fue un cierto Von Kempelen. Alrededor del año 1790 construyó una complicada máquina formada por un impresionante conjunto de fuelles, membranas, resonadores y tubos, la cual, por increíble que pueda parecer, emitía sonidos muy similares a la voz humana.

A principios de nuestro siglo, Stewart consiguió construir el primer sintetizador electrónico de sonidos vocales elementales. El aparato inspiró a Homer Dukley que trabajaba en los laboratorios de la firma Bell System en los Estados Unidos: su invento fue patentado en 1936. Su analizador/sintetizador de la palabra fue bautizado con el nombre de Vocoder (nombre resultante de la contracción de «VOICE enCODER-decoder»). El aparato tenía como fin transmitir la palabra hablada, en la banda más estrecha posible, por medio de una línea de transmisión. En

otras palabras, se trataba de un problema de telecomunicaciones. Como no podía ser menos los militares manifestaron un gran interés por el nuevo dispositivo. Este no sólo presentaba la ventaja de utilizar una banda de transmisión estrecha, sino que además ofrecía la posibilidad de codificar los mensajes.

De modo similar a como ocurrió con el ordenador, el vocoder se reveló como un dispositivo electrónico susceptible de excitar la curiosidad del público. Esto es lo que destaca de la manera en la que el invento del Homer Dudley se ha extendido en campos tan diferentes.

En 1950 se realizó la primera grabación en disco «el piano que habla», fue realmente la primera aplicación musical de los vocoders. El título del disco era «Sparky», su efecto fue extraordinario si tenemos en cuenta que por aquellos años este arte estaba en sus comienzos. Sin embargo, no se le otorgó ninguna mención especial, simplemente se aceptó que se trataba de otro subproducto de esta extraña ciencia que es la electrónica. Esta acogida tan despreocupada fue todavía más general cuando Radio Luxemburgo lanzó por primera vez su célebre melodía publicitaria y se repitió

El interés por los vocoders no deja de aumentar día a día, esto es especialmente cierto con los vocoders musicales: el número de fabricantes y el número de modelos parecen seguir un crecimiento exponencial cuyo fin no es previsible.

Unos meses después de haber hablado por primera vez de los vocoders volvemos sobre el tema con la mirada puesta en el objetivo final de presentar un circuito completo de vocoder, que nuestros lectores puedan construir ellos mismos. En primer lugar sin embargo vamos a examinar el conjunto de los orígenes y los principios básicos de los vocoders, para que todos sepamos de qué estamos hablando. En otro número de Elektor hablaremos de la circuitería.



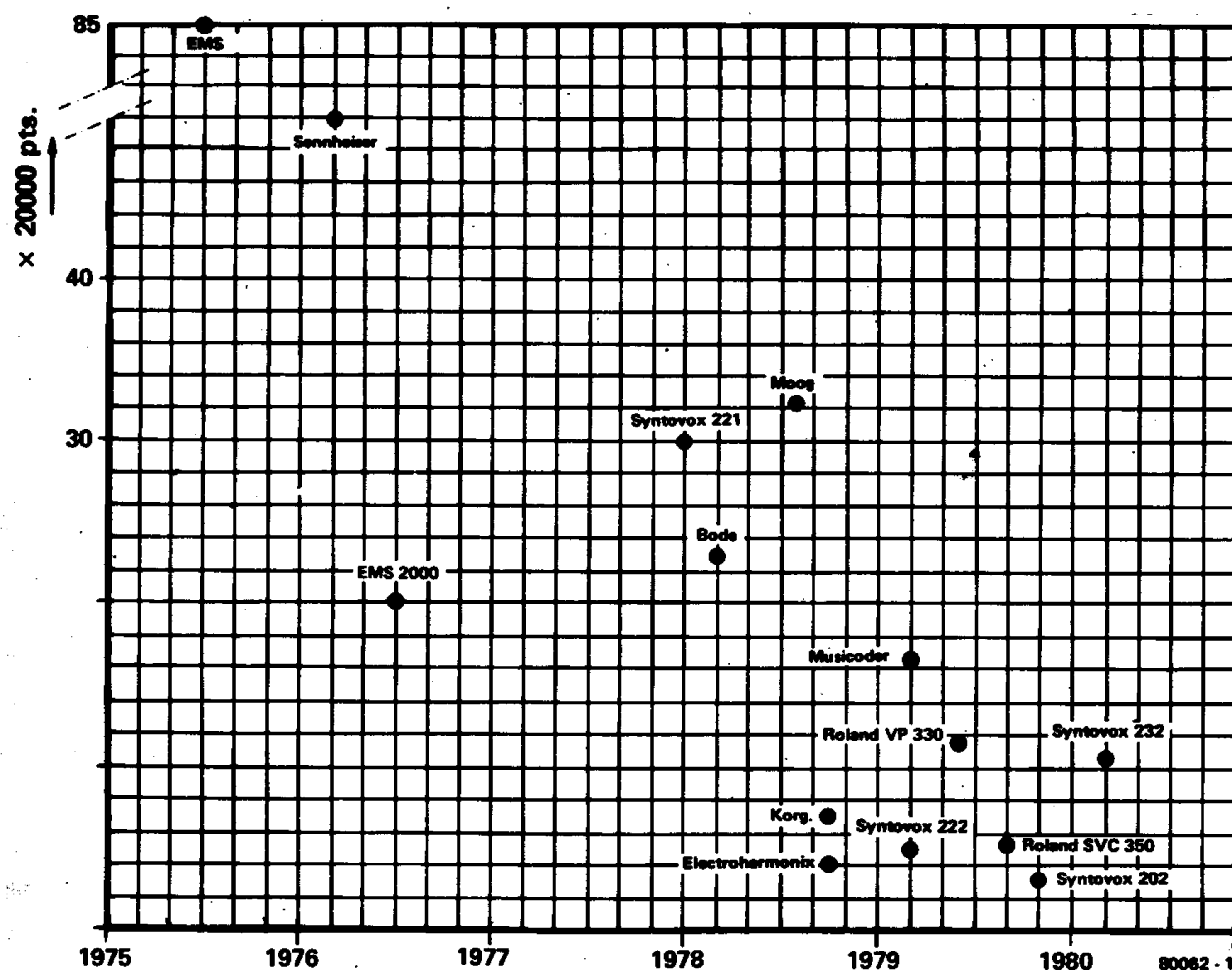


Figura 1. El crecimiento casi explosivo en los últimos años de tipos y el descenso de los precios quedan ampliamente ilustrados en esta figura.

cuando los Beatles utilizaron un vocoder EMI para producir ciertos efectos extraordinariamente sofisticados.

Hubo que esperar hasta 1975 para que el misterio que rodeaba a los vocoders empezara a disiparse. Hasta ese momento sólo se habían utilizado en algunos laboratorios importantes (Bell, Siemens, EMI, Philips, Sennheiser). la razón es muy sencilla: algunos de estos vocoders eran tan grandes que ocupaban ellos solos una habitación.

Puede ser interesante comparar la evolución del vocoder con la del ordenador. En sus orígenes se considera a este último como una máquina temible y extraordinariamente potente. Hace sólo 25 años se creía que bastaba con 2 ordenadores para cubrir las necesidades de los Estados Unidos: uno instalado en la costa Este y otro en la costa Oeste. En realidad hoy nos estamos acercando rápidamente al momento en que se podrá encontrar un ordenador en cada hogar. No es demasiado verosímil que la difusión del vocoder llegue a estos extremos. Sin embargo, y de un modo semejante a los inventos calificados de revolucionarios (ferrocarril, automóvil, ordenador, sintetizador de música electrónica, etc.), su difusión será con toda probabilidad superior a la prevista en un principio. El análisis, la síntesis y la identificación de la palabra, las entradas y salidas habladas para los sistemas de ordenador, así como las aplicaciones en música electrónica son algunos de los campos en los que se utiliza el vocoder, sin que se haya encontrado todavía un límite a sus posibilidades.

## Los aparatos del mercado

Como ya hemos dicho, 1975 puede conside-

	Precio aproximado (sin impuestos)
Bode Vocoder .....	460.000 pts.
Electroharmonix .....	80.000 pts.
EMS Vocoder .....	1.700.000 pts.
EMS 2000 Vocoder .....	400.000 pts.
EMS 1000 Vocoder .....	190.000 pts.
Korg Vocoder .....	150.000 pts.
Moog Vocoder .....	620.000 pts.
Musicoder .....	325.000 pts.
Roland VP 330 .....	230.000 pts.
Roland SVC 350 .....	100.000 pts.
Sennheiser VSM 201 .....	1.000.000 pts.
Syntovox 221 .....	590.000 pts.
Syntovox 222 .....	100.000 pts.
Syntovox 232 .....	210.000 pts.
Syntovox 202 .....	60.000 pts.

Tabla 1. Lista de vocoders existentes actualmente, con su precio aproximado.

rarse como un año sobresaliente en la historia del vocoder. En estos años un constructor británico de sintetizadores de música y de otros equipos especializados del mismo género, presentó un vocoder diseñado por Tim Orr. La firma EMS era ya conocida por su sentido del porvenir; era uno de los líderes en el campo de la música electrónica y fue la primera en lanzar un instrumento totalmente nuevo, el vocoder.

No entra dentro de los propósitos de este artículo analizar la filosofía de marketing adoptada por cada uno de los constructores actuales de vocoders. Un solo ejemplo bastará para mostrar la confusión y las dudas existentes, tanto de parte de los fabricantes como de los músicos, y que no han cesado de producirse desde que apareció el primer vocoder de la firma EMS.

**El doctor Robert A. Moog que fue el padre del primer sintetizador de música, fue también el primero en construir un vocoder de vías en 1970. El aparato estaba compuesto por múltiples filtros, detectores de envolvente y amplificadores controlados por tensión.**

Fue utilizado para la adaptación de una coral de Beethoven, interpretada por Walter Carlos, en la película «La Naranja Mecánica». Parece que en esta época Moog no supo entrever el menor porvenir comercial para una versión más práctica de su aparato. Fue necesario esperar a la aparición del vocoder tremendamente costoso de EMS, para que otros constructores (Sennheiser, Synton, Bode) se interesaran por él. Esto obligó a Moog a hacer frente a la realidad: su amplia gama de productos resultaba incompleta si no incluía un vocoder. Como resultado el vocoder Moog actualmente disponible no es de su propia concepción, sino que se fabrica bajo licencia. Los derechos son propiedad de Harald Bode, el cual por otra parte ha lanzado al mercado, hace ya algún tiempo, su propio vocoder personal. La competencia y caída de precios que han tenido lugar a partir de 1975 destacan claramente en el estudio representado por la figura 1; sobresale el hecho de que en el curso de los dos últimos años no transcurren más de algunos meses sin que aparezcan nuevos constructores o nuevos modelos. Nuestros lectores podrán encontrar una lista orientativa y aproximada de precios y de equipos existentes en la tabla 1.

## Aplicaciones

Los primeros vocoders de gran tamaño que aparecieron en el mercado (EMS Vocoder, Sennheiser VSM 201, Syntovox 221) estaban situados en el extremo superior de la escala de mercado. Su precio era elevado. Muy por encima de los medios económicos de los músicos o incluso de un pequeño auditorio, y por otra parte tan complicados de manejar que era difícil conseguir un alto nivel de perfección artística. Por ello su utilización estaba limitada a estudios de grabación importantes, emisoras de radio, estudios cinematográficos y algunos grupos pop célebres, así como a algunos compositores que tenían su propio estudio de grabación. Por otra parte conviene señalar que este sistema, que se caracterizaba por una buena inteligibilidad y precisión vocal, constituía un excelente medio para realizar investigaciones sobre la palabra.

Quedaba sin explotar un importante mercado potencial: el de los músicos y de los grupos siempre al acecho de un nuevo efecto y de un nuevo sonido. Sólo faltaba un precursor que presentara un vocoder de precio accesible al músico medio. Sin embargo, y contra todo pronóstico, éste no apareció. En noviembre de 1978 el constructor americano Electroharmonix, presentó un vocoder con un precio de unos 800 dólares, con motivo de una exposición de la Audio Engineering Society de Nueva York. Un fabricante japonés (Korg) exponía también un vocoder pero su precio era mucho más elevado. Según todas las apariencias los dos instrumentos fueron contruidos muy rápidamente y los servicios comerciales de ambas firmas se encontraron de repente ante

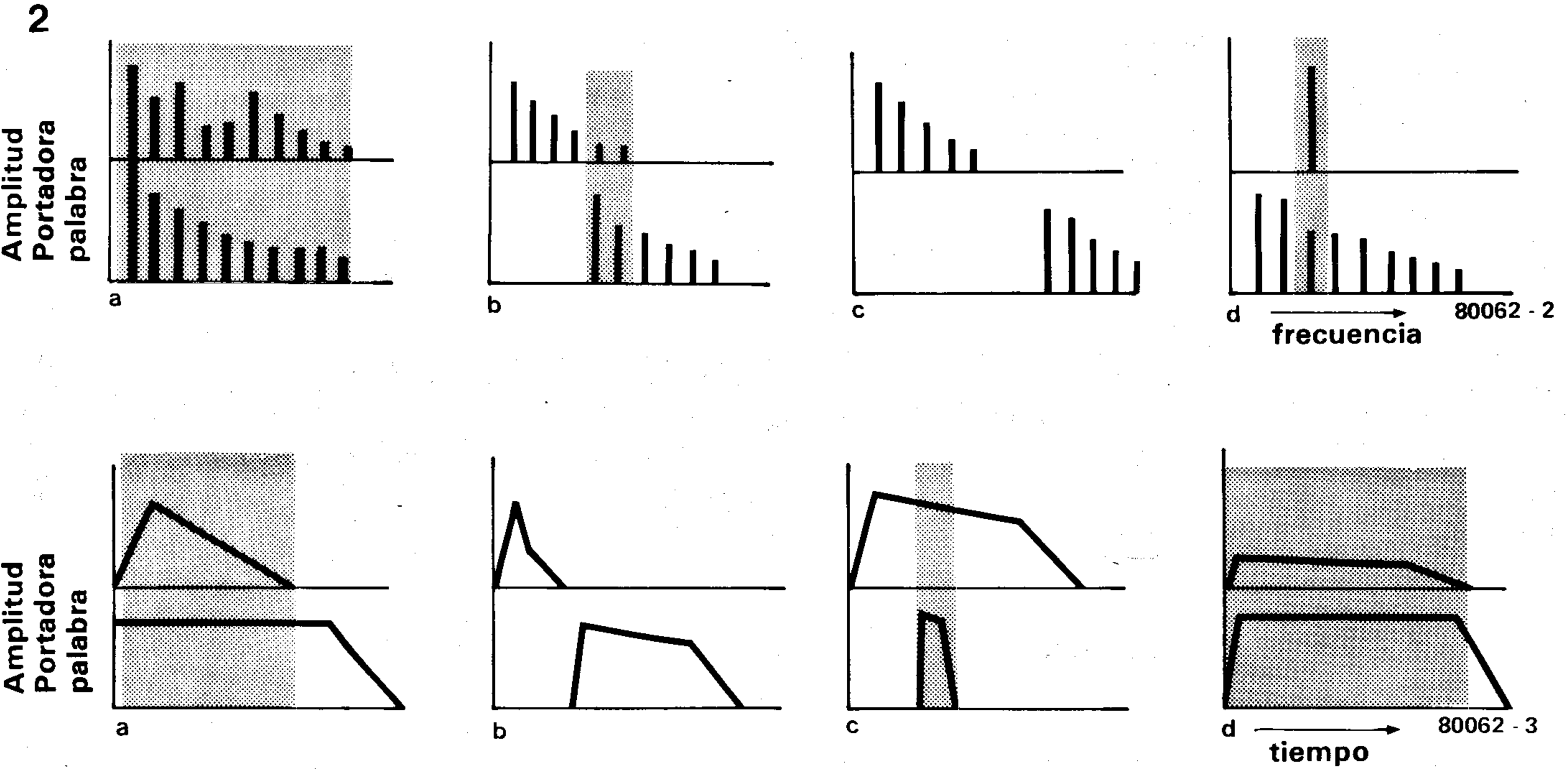
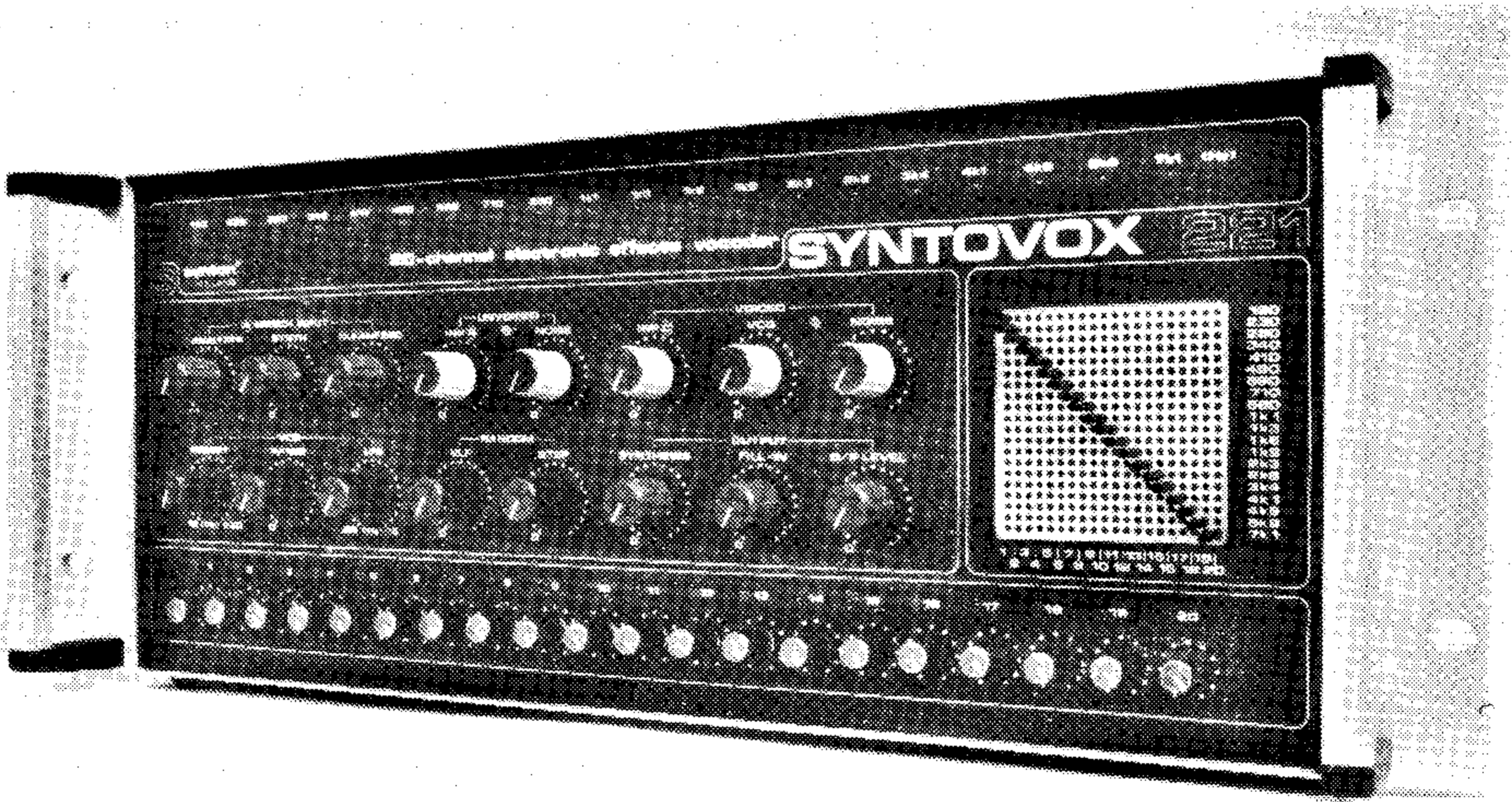
la obligación de presentar las características de unos aparatos extraordinariamente complejos a una importante masa de compradores potenciales. Como circunstancia agravante las pocas personas que tenían un cierto conocimiento del material, perdieron la conciencia de la amplitud de sus posibilidades y limitaron su interés a la producción de «la música que habla». Existe también un campo muy diferente de aplicación para el vocoder: el aprendizaje de la lengua hablada por parte de los minusválidos, ya que este instrumento es capaz de emitir sonidos vocales e incluso palabras completas que pueden servir de modelo para la persona que está aprendiendo a hablar que, de este modo, puede comparar sus tentativas con los sonidos originales producidos por el vocoder. Cabe también la posibilidad de realizar «entrenamientos de expresión». La modificación de ciertos sonidos mediante la emisión de otras sonoridades vocales, se ha revelado muy a menudo con efectos muy benéficos para los participantes en este tipo de terapia de grupo. Los resultados más interesantes, e incluso más divertidos, se obtienen cuando un individuo se sobrepone a sus inhibiciones iniciales frente a un grupo de sus semejantes.

Aplicaciones musicales

Mediante el vocoder es posible superponer características fónicas al sonido de un instrumento musical (Electric Light Orchestra, herbie hancock) o cualquier otro sonido básico. Pero hay más, es posible por ejemplo realizar la modificación del timbre de un sonido superponiéndole por ejemplo una coloración vocal. Es preciso tener en cuenta ciertas limita-

ciones aunque éstas no son demasiado numerosas. Existen dos elementos particulares que limitan la elección de las fuentes sonoras. En primer lugar es esencial que los dos sonidos se emitan simultáneamente: la «vocodificación» se realiza «en vivo». Y por tanto los dos espectros sonoros deben superponerse en la medida de lo posible, en las figuras 2 y 3 se muestran algunos ejemplos. Las posibilidades del vocoder no se limitan únicamente a la coloración del timbre de un instrumento musical, si no que la potencia de la señal resultante queda igualmente determinada por la de la señal vocal. De hecho este es un aspecto extremadamente útil. El tiempo de ataque y el primer tiempo de caída de una sonoridad musical pueden ser modificados sencillamente cantando más o menos fuerte: los instrumentos que normalmente tienen un ataque relativamen-

te lento pueden hacerse más percutientes vocalizando el efecto «explosivo» deseado. Los acordes tocados en un órgano, en un sintetizador polifónico o por un conjunto de violines pueden ser coloreados y rítmicamente articulados, cantando breves notas de la altura de sonido deseada. Es fácil de entender que todo esto requiere una cierta práctica. Los efectos musicales que se pueden obtener de un vocoder, dependen totalmente de la capacidad vocal y pulmonar del intérprete. En lo que se refiere a sus aplicaciones musicales, se puede considerar al vocoder como una especie de interface entre el intérprete y el instrumento musical, se trata por tanto de un auxiliar ideal para todos aquellos músicos que quieren caracterizarse por un timbre personal que sea la «firma exclusiva» de su interpretación. El músico dispone de un útil de trabajo «en tiempo re-



Figuras 2 y 3. Las dos señales de entrada de vocoder «portadora» y «palabra» deben tener espectros de frecuencia que se superpongan en la medida de lo posible (fig. 2). Además deben producirse más o menos simultáneamente (fig. 3). Cuanto más se superpongan mejor será el efecto. Las figuras 2a y 3a muestran una concordancia correcta de tiempo y frecuencias; las figuras c y d son todavía aceptables. Consideradas en conjunto las figuras 2b y 3b no darán ningún resultado a causa de la discrepancia de tiempos y lo mismo sucede con las frecuencias 2c y 3c debido a la falta de concordancia de las frecuencias.



al», que puede utilizar para modificar instantáneamente toda la estructura tonal mientras está interpretando. De este modo puede hacer que su sonido sea más ronco, más dulce, más percutiente, etc. El resultado es perceptible inmediatamente, de modo que se establece una especie de realimentación entre el músico, que puede oír lo que está interpretando, y el instrumento que está tocando, lo que le permite modificar el control vocal que está realizando en función del efecto deseado. En la medida en que se trata de «tocar» el vocoder, los resultados son semejantes a los que se obtienen tocando un instrumento tradicional, tales como la suavidad al tocar las teclas de un piano o la aplicación precisa de los labios en la embocadura de un instrumento de viento: en estos casos el resultado final está condicionado por un mecanismo de realimentación muy similar. Desde este punto de vista es preciso observar que este efecto es prácticamente inexistente cuando se trata de tocar cualquier otro instrumento electrónico ya que la programación, los ajustes, los parámetros, sólo pueden modificarse mediante un control manual o un pedal independiente. Estos tipos de control no se prestan para inflexiones tan inmediatas y precisas de la tonalidad de sonido con la consecuencia de que es difícil para el músico, obtener exactamente el efecto deseado.

Diseño de un vocoder

No es precisamente una tontería la empresa de concebir y realizar un vocoder de modo que sea susceptible de pasar al estado de producción. Antes de llegar a este punto nos detendremos un poco más en los principios básicos implicados. Invitamos a nuestros lectores a repasar los artículos dedicados a los vocoder que fueron publicados en el número 8 de Elektor (enero 1981), en los cuales se desarrollaba ampliamente este tema. Aquí nos limitaremos a una breve explicación.

Básicamente un vocoder se compone de 2 grupos de filtros idénticos; uno de ellos se utiliza para dividir el espectro vocal en un cierto número de bandas y frecuencias distintas y muy estrechas. De cada una de estas bandas se deriva una tensión empleada para controlar al otro grupo de filtros que se utiliza para reconstruir el espectro fónico. A primera vista puede parecer un poco inútil utilizar la palabra para rehacer la palabra, pero aquí lo fundamental reside en el hecho de que al segundo grupo de filtros se le aplica una señal de entrada totalmente distinta que se utilizará como base para la reconstrucción de la palabra. El primer grupo de filtros constituye la sección denominada *analizador* mientras que la segunda se la denomina *sintetizador*. La señal aplicada a la entrada del sintetizador se denomina *portadora*, de *excitación* o de *reposición*.

Como indica el esquema sinóptico de la figura 4 la sección analizadora es esencialmente semejante a un ecualizador gráfico, pero con una diferencia importante: las señales de salida de los distintos filtros no se suman. Cada filtro está provisto de su propio rectificador y de un filtro pasa-bajo, el conjunto de estos últimos constituye un se-

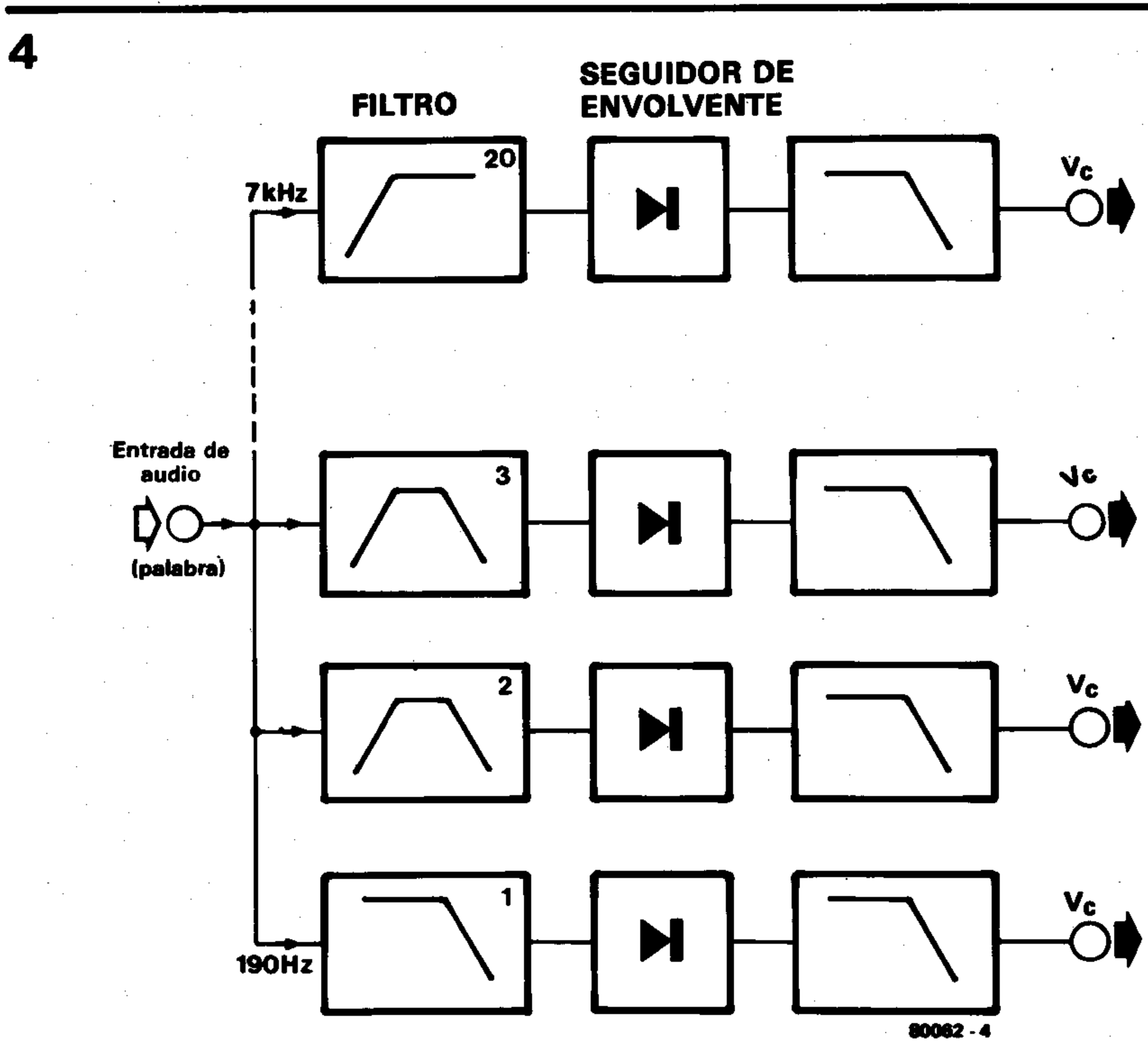
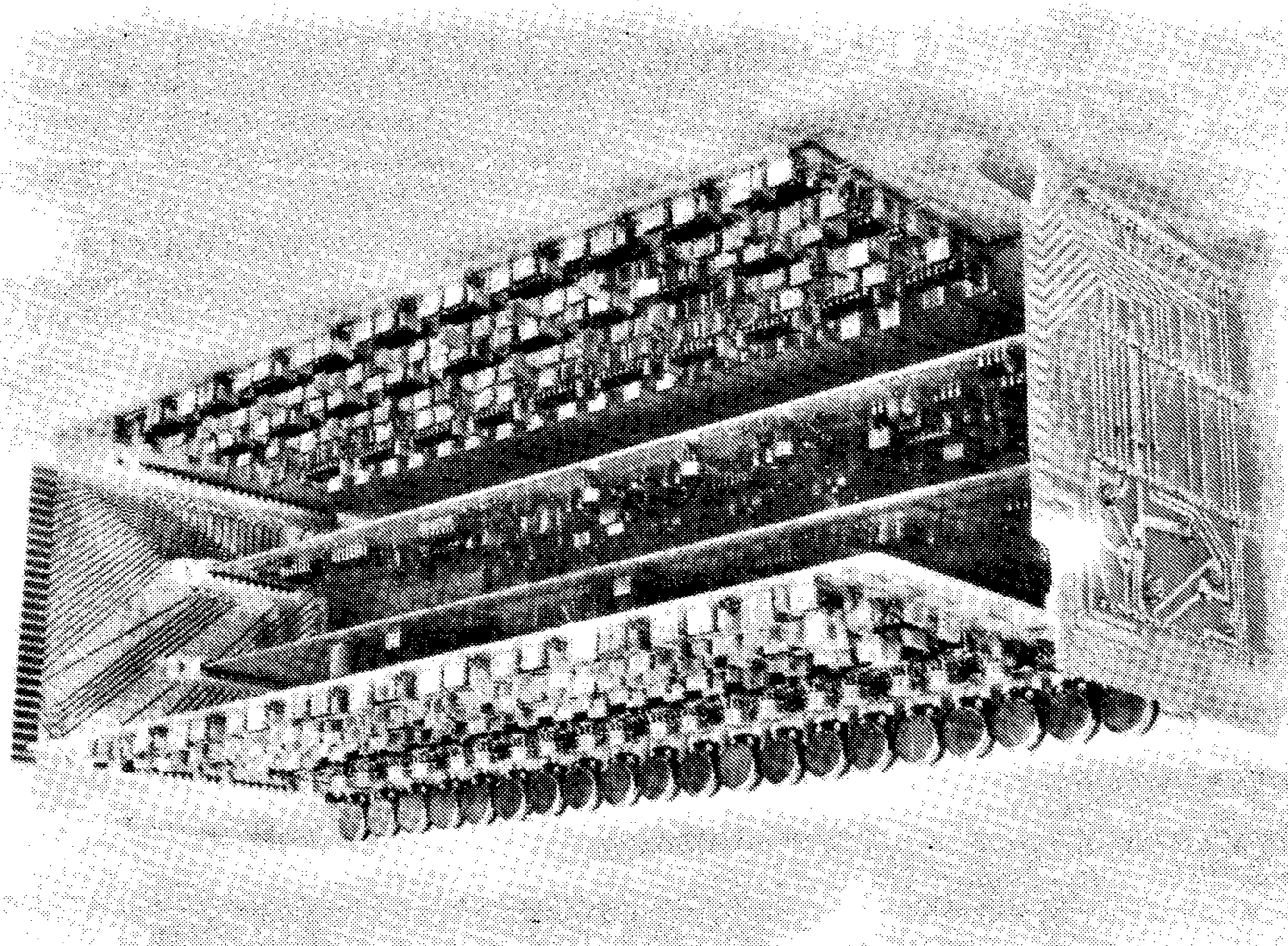


Figura 4. El analizador de un vocoder consiste en un conjunto de filtros y de rectificadores seguidos de una red de filtros pasa-bajo. Esta sección produce, a partir de la señal de entrada, una serie de tensiones de control: una tensión  $U_c$  por cada banda de frecuencias.

guidor de envolvente. De este modo una señal fónica se convierte en un conjunto de tensiones de control ( $U_c$ ) que controla la sección sintetizadora. El segundo grupo de filtros que forman la sección sintetizadora se parece también a un ecualizador gráfico (figura 5). En este caso cada uno de los filtros está seguido por un amplificador controlado por tensión y las salidas de estos VCA se suman para formar la señal de salida final. Este sistema, en su forma más sencilla, parece cumplir con todas las condiciones necesarias para la realización de un vocoder. Sin embargo casi con toda probabilidad los resultados que se obtendrían se parecerían poco al instrumento deseado, presentándose, además, una ausencia importante de inteligibilidad y dinámica.

Las numerosas pruebas e investigaciones realizadas han permitido elaborar una lista de condiciones que deben cumplir las distintas secciones del esquema sinóptico que acabamos de examinar. De alguna manera estas condiciones dependen de la aplicación prevista para el vocoder. En general si se va a utilizar el vocoder para superponer sonidos vocales a cualquier otro sonido, bastará con utilizar filtros que cubran la gama de frecuencias comprendida entre 300 Hz y 3 kHz. Ciertamente la utilización de un número más elevado de filtros que cubran una mayor anchura de banda, permitirá obtener una mejor definición. Los grandes vocoders de las firmas EMS, Sennheiser y Synton contienen aproximadamente una veintena de filtros que cubren una gama



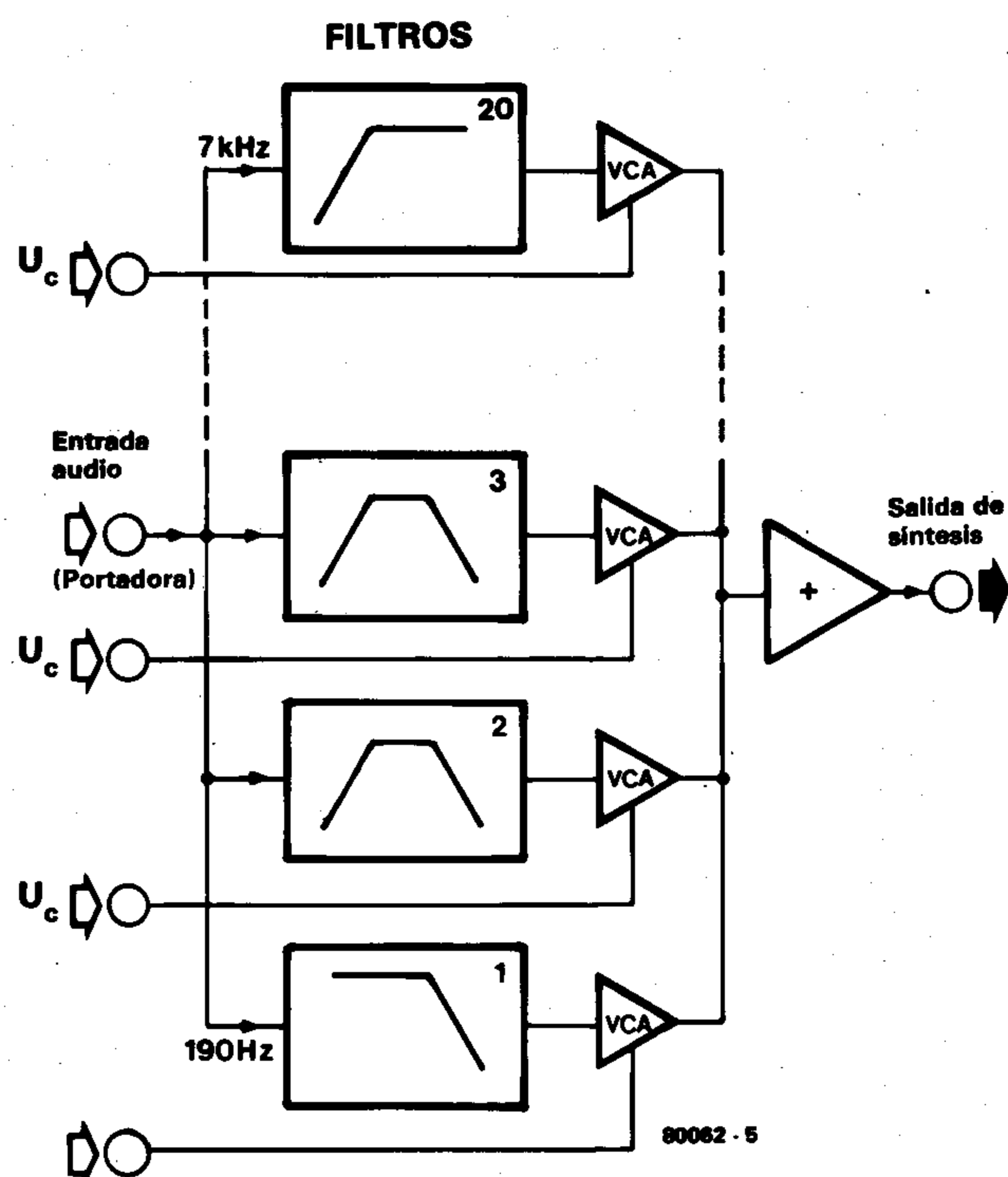


Figura 5. La otra sección de un vocoder es el sintetizador. Un grupo de filtros corta la señal portadora (música, por ejemplo), en varias bandas estrechas. El nivel de salida de cada vía queda determinada por las señales de control aplicadas a los amplificadores controlados por tensión (VCA); las señales de control ( $U_c$ ) proceden, normalmente, del analizador.

entre 200 Hz y 8 kHz. En estos casos se utilizan filtros pasabanda, tanto para el análisis como para la síntesis. Las frecuencias inferiores a 200 Hz y superiores a 8 kHz, se tratan respectivamente con un filtro pasa-bajo y con un filtro pasa-alto, de manera que el vocoder procesa toda la banda de audio comprendida entre 30 Hz y 16 kHz. Cuando se utiliza un gran número de filtros no existe ningún problema especial en dividir la banda de audio, el problema está en que el diseño de estos filtros es crítico: se necesita una pasa-banda muy estrecha y bien definida y que la frecuencia central sea cada vez muy precisa. En los grandes aparatos, como los antes mencionados, es normal utilizar filtros de 3 octavas (o de una

de los ecualizadores no son precisamente los más adecuados para nuestra aplicación ya que su factor Q es relativamente bajo, lo que implica una cierta superposición entre las frecuencias de bandas adyacentes. El método más fácil y menos caro para realizar un filtro que tenga un corte neto, consiste en utilizar un girador, sin embargo con este tipo de circuitos surgen otro tipo de inconvenientes ya que tienen una apreciable tendencia a introducir ruidos indeseables. De hecho podríamos seguir nuestra búsqueda a través de los diversos tipos de filtros pero esto no nos aportaría gran cosa que no supiéramos. En la práctica sólo hay un filtro que sea realmente el adecuado y creemos que nadie se sorprenderá si deci-

pendiente inicial del filtro deberá estar comprendida entre 50 y 54 dB/octava. Este es el tipo utilizado, por ejemplo, en el Syn- tovox 221 de la firma Synton. Desgraciadamente el gran número de componentes con tolerancias muy pequeñas que son necesarios para este tipo de filtros le excluyen automáticamente para ser utilizado en un vocoder de precio moderado. El VSM 201 de Sennheiser utiliza filtros de 36 dB/octava. En el vocoder de gran tamaño EMS los filtros tienen una pendiente de 30 dB/octava. El precio elevado de los sistemas profesionales es la consecuencia directa del costo importante de los componentes así como del largo proceso montaje que supone la presencia de un gran número de filtros de precisión. Pero no sólo la calidad de los filtros es un problema, sino que, como hemos visto antes, cada filtro de la sección analizadora debe tener a continuación un seguidor de envolvente formado por un rectificador de precisión y un filtro pasa-bajo. Aquí son las tensiones de deriva a la salida, la causa de nuestros problemas, ya que son capaces de reducir a la nada la dinámica de todo el sistema. Quedan dos posibilidades: una utilizar componentes seleccionados cuidadosamente, otra insertar en el equipo un dispositivo de calibración. La frecuencia de corte del filtro pasa-bajo es otro punto a tener en cuenta. No conviene utilizar filtros idénticos sino que cada frecuencia de corte debe ser función de la frecuencia central del correspondiente filtro pasa-banda del analizador. Pero no han acabado aquí nuestras desgracias: el sintetizador nos va a suponer problemas todavía mayores. En esta sección cada filtro debe ir seguido de un amplificador controlado por tensión (o por intensidad). Cuando se examina la lista de los métodos que permiten realizar un VCA (amplificador controlado por tensión), el OTA (Operational Transconductance Amplifier = amplificador operacional de transconductancia) resulta ser la mejor opción, lo que no implica que sea ideal. Ni mucho menos. La transconductancia o conductancia mutua ( $G_m$ ) tiene un factor de tolerancia muy desfavorable. Por otra parte los OTA son ruidosos



reproche es un poco excesivo. Pero desgraciadamente esto supone que sólo pueden utilizarse niveles de señal muy bajos si se quiere que la distorsión se mantenga dentro de límites aceptables, en otras palabras la relación señal/fluido no es buena. Por otra parte la dispersión de la señal desde la entrada de control hasta la salida suele ser considerable. No es cuestión de echarle la culpa al fabricante del OTA (CA3080) por no indicar esta dispersión en la lista de características de este amplificador operacional, ya que carece de importancia en la mayor parte de las aplicaciones. Pero resulta que en un vocoder es esencial que esta dispersión sea lo más reducida posible ya que en caso contrario las señales de control procedentes del analizador pueden llegar a la salida incluso en ausencia de una señal portadora. Lo cual es bastante molesto, por no decir otra cosa...

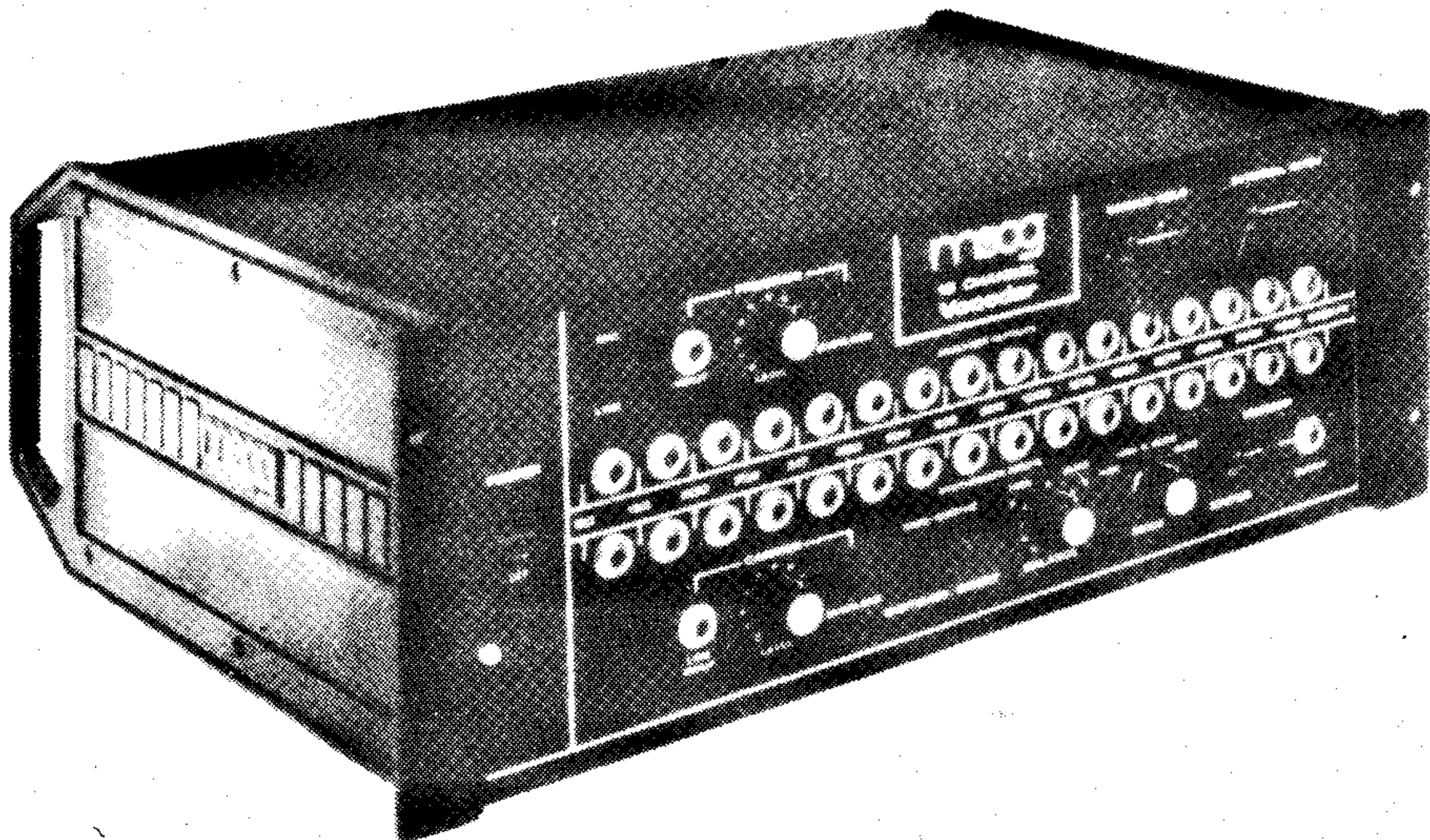
Como ya hemos visto la solución consiste en elegir muy cuidadosamente los componentes o en disponer de un dispositivo de calibración. A decir verdad si se desean obtener resultados realmente buenos será necesario poner en práctica las dos proposiciones. Por esta razón en el proyecto que publicaremos próximamente en nuestra revista, hemos previsto un número importante de ajustes con el fin de descartar los OTA dudosos que pudieran perjudicar el resultado final.

Hasta este momento nos hemos limitado a examinar las dos partes esenciales de un vocoder: el analizador y el sintetizador. Utilizando estas dos secciones es posible superponer sonidos fónicos a otras señales sonoras. Para ser exactos se trata de sonidos sonoros (por ejemplo las vocales) pero quedan excluidos los sonidos sordos (s, f, etc.); para obtener estos últimos es necesario un generador de ruidos y un detector de sonidos sonoros/sordos, siendo este último un circuito bastante complejo. A pesar de ello nuestra intención es hacer un sistema completo y también publicaremos un diseño de este tipo de detector. Conviene señalar que la mayor parte de los vocoders económicos disponibles actualmente en el mercado no disponen de un detector de sonidos (sonoros/sordos), fundamentalmente por una cuestión de precios. Por otra parte, cuando se utiliza el vocoder junto con instrumentos musicales de espectro amplio y con gran cantidad de armónicos altos, se puede obtener una aproximación razonable de los sonidos sordos sin necesidad de recurrir al detector y a su generador de

## Patentes

La consulta de los ficheros de las oficinas de patentes nos revelan inmediatamente que existen cientos de patentes relacionadas directamente con el vocoder y que se refieren de una manera o de otra con la identificación de la palabra, la detección de las frecuencias vocales fundamentales, etc.

Una de las patentes más recientes procede de Harold Bode. La parte fundamental de esta patente es una pequeña astucia que Bode utiliza en su vocoder y que le permite aumentar la inteligibilidad de la palabra siendo así que los filtros de su aparato sólo tienen una pendiente de 24 dB/octava.



Como ya hemos explicado anteriormente la inteligibilidad de la palabra sintetizada depende del tipo de filtro utilizado y por tanto de su funcionamiento y de la pendiente de su característica fuera de la banda pasante. Cuando no se va a utilizar un vocoder para la síntesis de la palabra (entendiendo por ello que se aplican tensiones de control externas para crear una articulación inteligible), es posible reforzar la inteligibilidad asociada con las aplicaciones musicales añadiendo la gama de altas frecuencias de la señal vocal (situada por encima de 3 kHz) a la señal de salida de vocoder; esta señal de alta frecuencia contiene la señal de ruido y los transitorios necesarios para obtener consonantes tales como la «p» y la «t».

La desventaja fundamental de este sistema reside en que es necesario utilizar una voz humana para controlar el vocoder ya que si se utilizan señales artificiales de control las componentes de alta frecuencia estarán ausentes de la señal de salida. Además este sistema de «puente para las altas frecuencias» produce un efecto similar al de la «ruptura de la señal» en dirección a la salida del vocoder. A pesar de estos inconvenientes la suma de los componentes de alta frecuencia es una experiencia bastante interesante que recomendamos a los futuros constructores de nuestro vocoders.

## El futuro

La evaluación de las posibilidades de desarrollo de los vocoders es bastante difícil. Actualmente parece poco probable que se realice una versión digital, ya que el vocoder analógico tradicional se beneficia de una característica única que le es propia: su funcionamiento «en tiempo real». La señal que se le aplica es analizada inmediatamente y la señal de salida del analizador sirve para la síntesis simultánea. A pesar de los problemas debidos a la utilización de filtros analógicos (defase), no es demasiado probable que se pueda realizar una versión digital a un precio razonable en un próximo futuro. Evidentemente la síntesis totalmente artificial de la palabra es otro problema y existen numerosas tentativas de resolverlo por métodos numéricos. El constructor de un vocoder digital se enfrenta a la necesidad de analizar con suficiente rapidez y precisión una serie de señales tan complejas

como las del lenguaje, si quiere realizar un vocoder vendible.

El vocoder musical cada día más en boga, tiene un brillante porvenir. El número de constructores así como de modelos crece rápidamente, lo cual sólo puede conducir a una disminución de su precio, aunque no cabe esperar que éste se sitúe en un nivel similar al de las «cajas de efectos sonoros». Se trata de un instrumento demasiado complejo para que tal eventualidad sea posible; si se quiere que sus prestaciones sean óptimas es preciso utilizar un número importante de componentes de baja tolerancia. Esto y el número de horas de trabajo humano necesarias para la construcción de cada unidad, parece descartar la próxima aparición de un vocoder a bajo precio gracias a su producción en masa.

Es de esperar que en un futuro no demasiado lejano los vocoders sean incorporados a los órganos electrónicos. En unos pocos años, la mayoría de los órganos deberán tener un pulsador que indique «vocoder», ofreciendo así la posibilidad de disponer de los efectos más sorprendentes de nuestro tiempo y más susceptibles de contribuir a la inspiración creadora, simplemente pulsando una tecla.

¿Qué se puede esperar del futuro inmediato?, por lo que nosotros sabemos cabe esperar por lo menos la publicación en las páginas de Elektor del proyecto de un vocoder para que usted pueda construirse uno.

## Bibliografía:

*Elektor*, núm. 8, enero 1981.